COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1840.

PRÉSIDENCE DE M. POISSON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Magendie** demande la parole et dit :

« Le débat qui s'est élevé dans la dernière séance entre M. Breschet et moi, nous ayant laissé chacun dans nos persuasions, l'un disant oui, l'autre disant non, il est indispensable, vu la haute gravité du sujet, que les preuves remplacent devant l'Académie les assertions. J'engage donc mon honorable confrère à faire connaître les faits et les expériences sur lesquels il se fonde pour établir que la morve chronique est contagieuse, et je prends moi-même l'engagement de mettre sous les yeux de l'Académie les expériences et les faits sur lesquels je me fonde pour affirmer qu'elle ne l'est pas. »

CHIMIE. — *Observations sur la loi des substitutions de* M. Dumas; *par* M. **Pelouze.**

« En présentant quelques observations critiques sur la loi des substitutions, que notre confrère a développée d'une manière si brillante dans une de nos dernières séances, je tâcherai d'abuser le moins possible des moments de l'Académie.

» La loi des substitutions, que plus tard son auteur désigna aussi sous le nom de *métalepsie*, a été présentée pour la première fois en mai 1834.

» Voici en quels termes :

« 1°. Quand un corps hydrogéné est soumis à l'action déshydrogénante » du chlore, du brome, de l'iode, de l'oxigène, etc., par chaque atome » d'hydrogène qu'il perd, il gagne un atome de chlore, de brome, d'iode » et un demi-atome d'oxigène.

» 2°. Quand un corps hydrogéné renferme de l'oxigène, la même règle » s'observe sans modification.

» 3°. Quand un corps hydrogéné renferme de l'eau, celle-ci perd son » hydrogène sans que rien le remplace, et, à partir de ce point, si on lui » enlève une nouvelle quantité d'hydrogène, celle-ci est remplacée comme » précédemment. »

» Depuis qu'elle a été ainsi énoncée en 1834, la loi des substitutions a singulièrement changé de nature.

» Présentée d'abord comme une loi absolue, on la restreint aujourd'hui aux cas particuliers où s'observe ce que l'on nomme une conservation de type.

» En 1834, elle devait servir, entre autres choses, à reconnaître les composés qui renferment de l'eau toute formée, et la proportion exacte de cette eau.

» En 1838, notre confrère avouait que cette partie importante de sa loi offrait encore quelque indécision; les expériences manquaient, disait-il, pour l'établir.

» Aujourd'hui, on n'en parle plus que pour mémoire.

» La loi des substitutions était employée, en 1834, pour démontrer (je cite textuellement) l'hypothèse si connue de M. Dumas, qui consistait à regarder l'alcool comme un hydrate d'hydrogène bicarboné, et qui servait de base à sa théorie des éthers. Si la loi des substitutions est admise, disait M. Dumas, la théorie des éthers sera démontrée.

» Cependant aujourd'hui qu'il adopte plus que jamais la loi des substitutions, il n'en rejette pas moins l'ancienne théorie des éthers, et même, il faut le dire, il va chercher des objections contre elle dans la loi des substitutions qui servait autrefois à la démontrer.

» L'opinion de notre confrère n'a pas moins varié quant aux rôles que jouent l'hydrogène et le chlore dans les composés produits par substitution.

» A une observation de M. Berzélius, qu'un élément aussi électronégatif que le chlore ne saurait entrer à la manière de l'hydrogène dans

un radical organique, M. Dumas répondait, en 1838, que M. Berzélius lui attribuait une opinion précisément contraire à celle qu'il avait toujours émise, savoir: que dans ces occasions le chlore prendrait la place de l'hydrogène sans changer la nature du composé.

« Je n'ai jamais rien dit de pareil, ajoutait-il, et l'on ne saurait certai-
» nement le déduire des opinions que j'ai émises sur cet ordre de faits.

» Si l'on me fait dire que l'hydrogène est remplacé par du chlore qui
» joue le même rôle que lui, on m'attribue une opinion contre laquelle
» je proteste hautement, car elle est en contradiction avec tout ce que j'ai
» écrit sur ces matières. »

» Malgré cette protestation si nette et si explicite, on sait qu'aujourd'hui M. Dumas admet que l'hydrogène et le chlore peuvent jouer le même rôle, remplir exactement la même fonction.

» Les diverses opinions que je viens de rappeler ne peuvent sans doute être vraies toutes à la fois, puisqu'elles sont contradictoires; mais par cela même, il devient très difficile de les réfuter avec clarté. On conçoit, en effet, que les objections qui portent sur l'une d'elles, peuvent ne rien prouver contre les autres.

» Relativement aux premières règles de substitutions données en 1834, nous ferons remarquer d'abord, avec M. Liebig, qu'elles conduisaient, dans certains cas, à la singulière conclusion que l'oxigène décomposait l'eau contenue dans une substance, qu'il lui enlevait son hydrogène, et cela pour reproduire immédiatement une quantité d'eau égale à celle qu'il venait de détruire.

» Mais mettons de côté les cas dans lesquels on supposait de l'eau toute formée dans les composés, et voyons ce que devenait la loi des substitutions de 1834.

« Quand un corps hydrogéné (nous disait-elle) est soumis à l'action
» déshydrogénante du chlore, par chaque atome d'hydrogène qu'il perd,
» il gagne un atome de chlore. »

» N'est-il pas évident qu'en s'en tenant au texte précis de cette loi, on allait beaucoup trop loin. Pourquoi, en effet, le principe des proportions multiples, qui complète d'une manière si heureuse celui des équivalents, se serait-il trouvé exclus de la chimie organique? Pouvait-on admettre qu'en éliminant un équivalent d'hydrogène, on n'arriverait jamais à le remplacer par deux ou trois équivalents de chlore, etc.? Pourquoi n'y aurait-il pas eu également des cas où l'oxigène et le chlore se seraient ajoutés purement et simplement à une substance organique, sans éliminer aucun de ses éléments?

» Entendue dans un sens trop littéral, la loi des substitutions de 1834 était donc fausse : Pour la rendre exacte et conforme à l'expérience, il aurait fallu ajouter qu'elle ne s'observe pas toujours. Cela même n'aurait pas suffi, il aurait fallu indiquer en outre les cas où elle est en défaut ou du moins rattacher par quelque propriété spéciale les composés produits dans les cas où elle avait lieu.

» Sans cela, en effet, la loi des substitutions n'avait plus aucun caractère propre; elle n'était et ne pouvait être qu'un cas particulier de la loi des équivalents chimiques. En tronquant ainsi une loi connue, certes on ne faisait pas une loi nouvelle.

» Aujourd'hui notre confrère est bien loin de donner, comme en 1834, une extension trop grande à la loi des substitutions : il avoue que dans un grand nombre de cas, cette loi n'a pas lieu.

» Le phénomène des substitutions n'est pas général, dit-il; bien mieux, c'est là un de ses caractères les plus essentiels. Pour que la loi des substitutions s'observe, il faut que les corps conservent leur type initial; elle n'est plus applicable dans le cas contraire et par cela même elle sert à distinguer les corps qui ont conservé leur type moléculaire de ceux qui l'ont perdu. Il ajoute que deux corps appartiennent au même type moléculaire, *quand ils sont formés du même nombre d'équivalents unis de la même manière.*

» Voici comment nous combattrons cette loi nouvelle.

» Par le mot *substitution*, entendez-vous exprimer seulement le résultat d'une réaction à la suite de laquelle une substance perdant, par exemple, de l'hydrogène et le remplaçant par du chlore, équivalent à équivalent, s'est transformée dans une autre substance quelconque bien déterminée; alors votre loi se composera nécessairement des deux règles suivantes :

» 1°. Lorsqu'un corps se transforme en un autre corps du même type, c'est toujours par substitution que cette transformation s'effectue; 2° lorsqu'un corps se transforme en un autre corps d'un type différent, ce n'est jamais par substitution.

» La première de ces deux règles est évidemment exacte, car le nombre des équivalents contenus dans deux substances du même type étant le même, il faut bien que le nombre des équivalents gagnés en passant de l'un à l'autre soit égal au nombre des équivalents perdus.

» Qu'il y ait, par exemple, dans chacune de nos deux substances *dix équivalents*, le nombre *dix* devant se conserver, ne pourra gagner quelques unités sans en perdre un nombre égal.

» La seconde règle a donc seule un caractère particulier, mais par malheur elle est contraire à l'expérience. Les belles expériences de M. Régnault, si souvent citées par notre confrère et louées par lui à si juste titre, nous offrent en effet plusieurs exemples (et l'on pourrait en ajouter d'autres) dans lesquels la substitution du chlore à l'hydrogène a lieu, bien que le type initial ne soit pas conservé.

» Un seul moyen nous reste donc de rendre conforme à l'expérience la loi des substitutions, c'est de définir le mot *substitution* autrement qu'on ne l'a fait tout-à-l'heure, c'est d'y ajouter une idée nouvelle et nécessaire, celle d'une conservation de type, c'est enfin d'entendre par ce mot le résultat d'une réaction à l'aide de laquelle un corps s'est transformé dans un autre sans changer de type. Il sera vrai de dire alors, mais ce sera une pure affaire de définition, qu'il n'y a jamais substitution lorsqu'un corps passe d'un type à un autre; il sera également vrai de dire (et ce sera une affaire de simple arithmétique) que, dans toute substitution, les équivalents éliminés sont toujours remplacés par un nombre égal d'autres équivalents.

» En effet, le type du corps primitif et celui du corps que l'on en déduit étant les mêmes, ces deux corps, d'après la définition du mot *type*, renfermeront le même nombre d'équivalents. Donc le nombre des équivalents nouveaux introduits ne peut manquer d'être égal à celui des équivalents qui sont partis.

» Il restera maintenant à savoir quelle utilité on pourra tirer d'une loi qui n'est plus fondée que sur des mots.

» Ainsi, en résumé, quand la loi des substitutions veut se distinguer de la théorie des équivalents, elle est dans la nécessité ou de contredire l'expérience, si elle veut conserver un caractère chimique propre, ou de renoncer à tout caractère chimique en s'absorbant, pour ainsi dire, dans la théorie des types, qui n'avait assurément à l'origine aucun rapport avec elle.

» Je dirai maintenant un mot de la théorie des types.

» Appuyer cette théorie sur la loi des substitutions me paraît chose impossible après ce qu'on vient de voir. Et, en effet, répéterai-je encore une fois, si par le mot *substitution* on entend seulement parler d'un phénomène où un corps en remplace un autre équivalent à équivalent, il n'y a pas toujours conservation de type (soit mécanique, soit à plus forte raison chimique) lorsqu'une substitution s'observe. Que si, au contraire, on attache *à priori*, au mot *substitution*, l'idée nécessaire d'une conservation de type, alors il est clair que les phénomènes de substitution ne peuvent

servir en rien à définir les types, puisque eux-mêmes sont uniquement (j'allais dire grammaticalement) définis par ces mêmes types.

» Quant à l'idée de grouper les substances chimiques en familles naturelles, elle est excellente sans doute, mais ce n'est pas la première fois qu'elle se présente à l'esprit des chimistes. Quel moyen nouveau nous donne-t-on de l'effectuer? Nous n'en voyons aucun jusqu'ici, mais, sur ce point, il est convenable d'attendre que notre confrère ait publié la classification qu'il annonce. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur l'action des alcools sur les alcalis; par* MM. **Dumas** *et* **Stass.**

« Nous avons reconnu récemment, par des expériences précises, les résultats suivants, dont l'Académie comprendra toute l'importance dans la discussion qui s'agite devant elle.

» 1°. L'alcool pur $C^8 H^{12} O^2$ se convertit, sous l'influence de la potasse hydratée et de la chaleur, en hydrogène pur et en acide acétique également pur $C^8 H^8 O^4$;

» 2°. L'esprit de bois $C^4 H^8 O^2$, dans la même circonstance, fournit de l'acide formique $C^4 H^4 O^4$ et de l'hydrogène pur;

» 3°. L'éthal $C^{64} H^{68} O^2$, par la même réaction, se convertit en un nouvel acide, l'*acide éthalique* $C^{64} H^{64} O^4$, et dégage de l'hydrogène pur, comme les deux corps précédents;

» 4°. L'huile de pommes de terre $C^{20} H^{24} O^2$, traitée de la même manière, fournit aussi de l'hydrogène en donnant naissance à un acide volatil, liquide et oléagineux, $C^{20} H^{20} O^4$.

» La théorie indiquait que cet acide aurait la même composition que l'acide qui est fourni par la valériane, et qu'on nomme *valérianique*. L'expérience nous a donné un acide qui en offre exactement la composition, $C^{20} H^{20} O^4$; qui en présente toutes les propriétés et même l'odeur; qui fait comme lui des sels à saveur sucrée.

» Il nous paraît presque certain qu'au moyen de cette action de la potasse hydratée, nous sommes parvenus à transformer l'huile de pommes de terre en un acide qui en semblait fort éloigné, l'*acide valérianique*.

» Ce qui résulte clairement des quatre expériences précédentes, c'est que *tout véritable alcool se convertit sous l'influence des alcalis hydratés en un acide qui lui correspond*, et qu'il le fait toujours en perdant 4 volumes d'hydrogène et gagnant 2 volumes d'oxigène, conformément à la théorie des types et à la loi des substitutions.

» La glycérine nous a fourni aussi de l'hydrogène pur par l'action de la potasse, mais nous n'avons pas encore pu isoler l'acide qui résulterait de la réaction, et qui paraît capable de fournir des produits secondaires avec la plus grande facilité.

» Nous avons trouvé dans les résultats précédents, le moyen d'expliquer l'action de l'alcool sur la baryte anhydre, action dont nous avions reconnu les résultats par des expériences certaines, qui constituent en quelque sorte une méthode d'analyse qualitative applicable aux mélanges de gaz carburés.

» Quand on a dirigé un courant d'alcool pur sur de la baryte anhydre et chaude, il s'est développé dans nos expériences trois gaz au moins, et peut-être quatre.

» Le premier consiste en gaz oléfiant, que l'acide sulfurique de Nordhausen absorbe, que le chlore change en liqueur des Hollandais. Nous nous en sommes convaincus par l'analyse de celle-ci.

» Le second consiste en gaz des marais, qui reste après que le gaz oléfiant a disparu et qu'on peut convertir au moyen du chlore en chlorure de carbone C^4Ch^8, qui lui correspond. Nous avons exécuté l'analyse de ce chlorure de carbone.

» Le troisième est de l'hydrogène, qui est indiqué par l'analyse eudiométrique.

» Le quatrième serait de l'oxide de carbone.

» Les trois premiers gaz, dont l'existence est incontestable dans le mélange que nous avons obtenu, pourraient dériver des actions suivantes :

» 1°. La baryte anhydre, en agissant sur l'alcool, donnerait de l'hydrate de baryte et du gaz oléfiant;

» 2°. L'hydrate de baryte ainsi formé produirait avec une nouvelle portion d'alcool, de l'hydrogène et de l'acétate de baryte;

» 3°. L'acétate de baryte, en présence d'un excès de base, fournirait du gaz des marais et du carbonate de baryte.

» Ainsi, l'action de la baryte anhydre sur l'alcool pur nous a fourni au moins trois gaz distincts, résultant probablement de trois réactions distinctes aussi.

» Nous n'avons pu saisir en aucune manière les conditions dans lesquelles se sont placés MM. Pelouze et Millon, qui ont annoncé, comme on sait, que l'alcool et la baryte anhydres fournissent :

» 1°. Du carbonate de baryte;

» 2°. Un gaz fournissant son volume d'acide carbonique, absorbant

deux fois son volume d'oxigène, en un mot doué de la même composition que le gaz des marais, mais un gaz isomère avec le gaz des marais, c'est-à-dire qui en a la composition sans en avoir les propriétés; car il se convertit par le brome en hydro-carbure de brome, fait incompatible avec la théorie des types.

» Sans prétendre en rien infirmer les expériences de MM. Pelouze et Millon, sur lesquelles nous attendons des détails qui permettent de les répéter avec succès, nous pouvons donc déclarer ici, d'après nos propres recherches :

» 1°. Que l'action des alcools sur les alcalis hydratés se montre très simple, parfaitement conforme à cette théorie, car chaque alcool perd par substitution quatre vol. d'hydrogène, gagne deux vol. d'oxigène et produit un acide qui lui correspond, un acide du même type;

» 2°. Que l'action de l'alcool sur la baryte anhydre est au contraire une action très complexe, qui donne naissance à des mélanges de carbonate et d'hydrate de baryte dans le résidu, à un mélange de gaz oléfiant, de gaz des marais, d'hydrogène et probablement d'oxide de carbone dans les produits gazeux.

» D'après MM. Pelouze et Millon, il se ferait, dans ce dernier cas, du carbonate de baryte pur et un gaz homogène doué de propriétés extraordinaires. Nous n'avons pu nous placer dans les conditions favorables pour retrouver le gaz qu'ils ont annoncé. »

Remarques de M. Pelouze *à l'occasion de ce Mémoire.*

« Je prie l'Académie de se rappeler qu'immédiatement après la communication de la Note dans laquelle nous lui annonçâmes, M. Millon et moi, la transformation de l'alcool en acide carbonique et en gaz des marais, M. Dumas prit la parole et dit que, de son côté, il était arrivé au même résultat; que la production du gaz des marais avec l'alcool était en parfaite harmonie avec sa loi des substitutions, et une conséquence même de cette loi. Je crois encore aujourd'hui qu'avec l'alcool absolu et la baryte anhydre, on n'obtient pas d'autre gaz qu'un hydrogène protocarboné, qui exige pour sa combustion deux fois son volume d'oxigène, et produit son propre volume d'acide carbonique; mais peut-être faut-il pour cela que la température soit bien ménagée et ne dépasse pas la limite nécessaire à une première réaction. »

M. Dumas répond : « J'ai trouvé que l'acide chloracétique donne par

les alcalis hydratés de l'acide carbonique et du chloroforme, d'après l'équation

$$C^8H^2Ch^6O^4 = C^4O^4 + C^4H^2Ch^6.$$

» J'en ai conclu que l'acide acétique pourrait donner, à l'aide des mêmes agents, de l'acide carbonique et un gaz carburé, selon l'équation

$$C^8H^8O^4 = C^4O^4 + C^4H^2H^6 \text{ ou } C^4H^8.$$

» Il était tout naturel d'en conclure encore que l'alcool traité par les alcalis pourrait se transformer en ce même gaz carburé et en un groupe $C^4H^4O^2$ équivalent à l'acide carbonique, car on a

$$C^8H^{12}O^2 = C^4H^4O^2 + C^4H^2H^6 \text{ ou } C^4H^8.$$

» Ainsi l'alcool pourrait former par les alcalis du gaz des marais et une combinaison qui aurait renfermé $C^4H^4O^2$; et comme ce corps est isomère avec l'acide acétique, il aurait pu à son tour se convertir en C^2H^4 ou gaz des marais, et C^2O^2 acide carbonique.

» Ayant trouvé dans une première expérience que l'alcool et la baryte me fournissaient un gaz doué sensiblement de la même composition que le gaz des marais, j'ai pu dire à M. Pelouze, dans une séance précédente, que j'avais obtenu le même résultat que lui, et que loin d'en être contrariée, la théorie des types l'avait prévu.

» Ce que je viens de lire aujourd'hui au nom de M. Stass et au mien, n'est en rien contradictoire avec ces vues, car le groupe $C^4H^4O^2$ intervient bien réellement dans les expériences faites avec l'hydrate de potasse; seulement il se change en son équivalent C^4O^4 par substitution.

» Je suis donc loin de nier que l'alcool puisse fournir du gaz des marais, qu'il puisse le faire en abandonnant le groupe $C^4H^4O^2$; je dis seulement que ce mode de décomposition ne s'est pas manifesté dans les expériences que nous venons de faire, le groupe $C^4H^4O^2$ s'étant converti en C^4O^4, l'alcool s'étant converti en acide acétique.

» Mais ce n'est pas là qu'est la difficulté; elle se trouve tout entière dans les propriétés du gaz. Quand l'alcool nous a fourni du gaz des marais mêlé à d'autres gaz, celui-ci avait les propriétés qu'on trouve au gaz qui provient des acétates. MM. Pelouze et Millon ont au contraire annoncé que leur gaz extrait de l'alcool, tout en ayant la composition exacte du gaz des marais, jouissait de propriétés incompatibles avec la théorie des types. C'est sur ce point que les chimistes attendent des détails précis, et que je les sollicite moi-même de la manière la plus instante. Personne

ne désire plus que moi savoir dans quelles circonstances l'alcool se convertit en acide carbonique et en un gaz homogène, isomère avec le gaz des marais et doué des propriétés qui ont été annoncées comme renversant la théorie des types. »

PHYSIQUE CHIMIQUE. — *Sur l'utilité que pourraient offrir les caractères optiques dans l'exploitation des sucreries et des raffineries; par* M. **Biot.**

« M. Pelouze ayant bien voulu me remettre un échantillon du jus de cannes à sucre que M. Péligot avait analysé, j'ai mesuré immédiatement son action sur la lumière polarisée, et j'ai trouvé qu'à travers un tube de 152 millimètres de longueur il imprimait au plan de polarisation du rayon rouge une déviation de 18°,5, vers la droite de l'observateur. D'après les expériences que j'ai publiées dans le tome XIII des *Mémoires de l'Académie*, cette déviation est exactement celle que produirait une solution aqueuse de sucre de cannes cristallisé, où ce sucre entrerait dans la proportion pondérale de 20,21 pour cent; et la densité du jus, observée dans le laboratoire de M. Pelouze, est aussi presque exactement égale à celle d'une pareille solution, qu'elle surpasse seulement de 0,0049.

» Pour savoir si cette déviation est tout entière opérée par du sucre cristallisable, il aurait fallu l'intervertir par des acides. Mais cette épreuve très facile était ici inutile à faire; car en desséchant dans le vide un poids connu du jus observé, M. Pelouze avait reconnu qu'il contenait seulement un peu plus de 20 pour cent de matière solide. M. Péligot avait trouvé 21,3. Or, comme le sucre de cannes incristallisable a un pouvoir rotatoire moindre que le cristallisable, ou inverse, il en faudrait un poids plus grand pour produire la déviation observée vers la droite, si une certaine portion de la masse en était formée; et, par conséquent, cette déviation appartient tout entière à du sucre cristallisable, du moins entre des limites à peine appréciables d'erreur.

» Cette épreuve physique confirme donc l'analyse de M. Péligot, d'autant plus sûrement qu'elle est calculée d'après des déterminations tout-à-fait indépendantes des siennes; et le résultat qu'elle a donné était une conséquence nécessaire de celui qu'il a obtenu. Aussi n'en aurais-je pas entretenu l'Académie, s'il n'offrait une occasion de montrer combien ce genre d'observation physique, si facile, pourrait rendre de service aux colons et aux raffineurs:

» Pour les colons d'abord, puisqu'il est aujourd'hui reconnu que le jus de

cannes naturel, après la filtration, ne contient sensiblement que du sucre cristallisable, la seule mesure de la déviation opérée par lui, immédiatement après son extraction, ferait connaître aussitôt sa richesse, pour chaque localité, pour chaque sol, pour chaque genre de culture; et l'on pourrait comparer ainsi les récoltes de cinquante sucreries dans une matinée. En répétant la même épreuve, après les opérations successives que l'on fait subir au jus naturel, pour l'évaporer, le clarifier, le concentrer, le réduire en grains, on saurait aussitôt, et à tout instant, l'effet bon ou mauvais de chacune d'elles. Et l'on saurait tout cela en nombres, s'il en était besoin; car le sucre de cannes altéré, exerçant un pouvoir rotatoire différent du cristallisable, et ce pouvoir se modifiant inégalement par les acides, on démêlerait aisément par ces différences ce qui se forme de l'un, et ce qui reste de l'autre, après chaque opération.

» Pour les raffineurs, le même procédé ne serait ni moins utile, ni plus difficile à employer. Il se vend et s'achète tous les jours des parties de sucre brut, en grains, d'une valeur considérable, sur lesquelles on n'a d'autre indice que leur plus ou moins de blancheur, de granulation, et la connaissance du lieu d'où elles proviennent. Tout cela est fort vague, fort incertain, et expose les acheteurs comme les vendeurs à beaucoup de mécomptes, même en ne supposant pas les falsifications dont le commerce commence à se plaindre. Or on saurait très précisément ce que ces produits contiennent de sucre cristallisable, en en dissolvant un poids connu dans l'eau et mesurant la déviation qu'ils impriment à la lumière polarisée. Seulement il faudrait, une fois, avoir extrait par l'alcool le sucre non cristallisable que les sucres bruts contiennent, ou sont supposés contenir, pour étudier son pouvoir rotatoire propre, et le genre de modification que ce pouvoir éprouve sous l'influence des acides. Je n'ai pas fait ce travail très facile, parce qu'il est juste d'en laisser le soin à ceux qui en doivent profiter pécuniairement. Mais une fois qu'il serait effectué, l'analyse pondérale d'un échantillon donné de sucre brut, non falsifié, ne demanderait pas un quart d'heure; et la densité de la solution, comparée à la déviation, tant directe qu'intervertie par les acides, décèlerait immédiatement les matières étrangères au sucre que l'on y aurait mêlées frauduleusement. Alors les négociants de sucre, ainsi que les raffineurs, connaîtraient ce qu'ils vendent comme ce qu'ils achètent; et ces derniers, en répétant l'épreuve aux diverses phases du raffinage, apprécieraient immédiatement, sans incertitude, les effets favorables ou défavorables de leurs procédés. Je m'en remets à leur intérêt, pour appliquer ces épreuves à leur industrie, s'ils jugent à propos d'en profiter.

Mais je n'hésite pas à leur prédire que le premier d'entre eux qui les introduira dans sa fabrication, prendra sur tous les autres un grand avantage, puisqu'il substituera une connaissance certaine des produits qu'il achète, à une notion vague ou trompeuse de leur valeur; et qu'il connaîtra successivement les effets des opérations qu'il leur fait subir à mesure qu'elles s'accomplissent, au lieu d'en être seulement averti par la conséquence finale, mais irrémédiable d'un résultat heureux ou malheureux.

» J'ai raisonné dans cette communication comme si le jus naturel de la canne était toujours, et partout, uniquement composé de sucre cristallisable. C'est supposer que l'analyse de M. Péligot est applicable à tous les lieux et à tous les modes de culture. Si l'on craignait qu'il n'y eût des différences à cet égard, on s'en assurerait aisément par les procédés ci-dessus décrits, et il serait toujours prudent de le faire dans le commencement des applications. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Considérations nouvelles sur les conditions relatives aux limites des corps. Méthode élémentaire, propre à conduire aux lois générales de la réflexion et de la réfraction des mouvements simples qui rencontrent la surface de séparation de deux systèmes de molécules; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Comme j'en ai déjà fait ailleurs la remarque, la solution des questions les plus importantes de la physique mathématique dépend surtout des équations relatives aux limites des corps considérés comme des systèmes de molécules. Il devient nécessaire de rechercher ces équations, aussitôt que l'on se propose de calculer les lois relatives à la réflexion et à la réfraction de la lumière, à la transmission du son d'un milieu dans un autre, aux vibrations des plaques élastiques, et à une multitude d'autres phénomènes. Toutefois la difficulté de parvenir, à l'aide de méthodes exactes et sûres, aux équations dont il s'agit, avait paru telle aux plus habiles géomètres, que jusqu'à ces derniers temps ils s'étaient bornés à faire sur la forme de ces équations des hypothèses plus ou moins vraisemblables. Si, après de longues méditations sur cette matière, j'ai été assez heureux pour vaincre la difficulté que je viens de signaler, si parmi les Mémoires que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, celui où je traite ce sujet est l'un de ceux auxquels les savants paraissent attacher le plus de prix; il est juste toutefois d'avouer que la théorie qui s'y trouve développée, ne saurait être étudiée avec fruit que par des personnes déjà familiarisées avec les hautes

mathématiques et les applications de l'analyse infinitésimale. Les physiciens apprendront sans doute avec quelque intérêt que les conclusions auxquelles je suis arrivé, peuvent être énoncées en des termes fort simples, et mises à la portée des amis de la science qui n'auraient approfondi ni le calcul intégral, ni la théorie de la variation des constantes arbitraires. On verra même, dans ce Mémoire, qu'à l'aide de raisonnements qu'il est facile de saisir, on peut démontrer en quelque sorte, sans le secours d'aucune formule analytique, la plupart des résultats que j'ai obtenus. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Un mouvement vibratoire et infiniment petit, qui se propage dans un système de molécules, se réduit à l'un de ceux que j'ai nommés *mouvements simples*, ou du moins peut être censé résulter de la superposition d'un nombre fini ou infini de mouvements simples. Cela posé, ce qu'il importe surtout d'étudier, ce sont les caractères des mouvements simples, et les lois suivant lesquelles un mouvement simple se modifie en passant d'un système de molécules à un autre. Or, les positions des molécules d'un système étant rapportées à trois axes coordonnés rectangulaires, ce qui caractérise un mouvement simple, ce sont les deux quantités que j'ai nommées l'*argument* et le *module*; quantités qui varient avec le temps et la position d'une molécule, de telle sorte que l'argument et le logarithme népérien du module se réduisent toujours à deux fonctions linéaires des variables indépendantes, savoir, des coordonnées et du temps, et s'évanouissent avec ces variables. Le mouvement simple correspondant à un module et à un argument donné n'est autre chose qu'un mouvement infiniment petit, dans lequel le déplacement d'une molécule, mesuré parallèlement à un axe fixe est toujours proportionnel au produit du module par le cosinus d'un certain angle appelé *phase*; et la phase elle-même est la somme qu'on obtient, quand on ajoute à l'argument une certaine constante relative à l'axe dont il s'agit, et que j'ai nommée le *paramètre angulaire* relatif à cet axe. Ces définitions étant admises, on reconnaît aisément que, dans un mouvement simple, toutes les molécules décrivent des lignes droites ou courbes renfermées dans des plans parallèles à un *premier plan invariable*, mené par l'origine des coordonnées. Un *second* et un *troisième plan invariable*, qui passent encore par la même origine, sont ceux dont on obtient les équations en réduisant le temps à zéro dans l'argument et dans le logarithme népérien du module. D'ailleurs, pour faire évanouir le déplacement d'une molécule, mesuré parallèlement à un axe fixe, il suffira de réduire à zéro le cosinus de la phase, par con-

séquent il suffira d'attribuer à la phase une série de valeurs équidistantes, que l'on pourra déduire les unes des autres en faisant varier de quantités égales ou le temps ou la distance d'une molécule au second plan invariable. Les quantités égales dont il s'agit représentent chacune, dans le premier cas, la moitié de la *durée d'une vibration moléculaire*, et dans le second cas l'épaisseur d'une tranche comprise entre deux plans parallèles qui renferment des molécules dont les déplacements projetés sur l'axe fixe s'évanouissent. La réunion de deux semblables tranches, contiguës l'une à l'autre, et respectivement composées de molécules dont les déplacements se mesurent en sens contraires, forme ce que nous appelons une *onde plane*. L'épaisseur de cette onde, ou la double épaisseur de deux tranches contiguës, est ce qu'on appelle la *longueur d'une ondulation*. Le temps venant à croître, les ondes planes et les plans qui les terminent, appelés *plans des ondes*, se déplacent dans le système de molécules que l'on considère, avec une *vitesse de propagation* précisément égale au rapport entre la longueur d'une ondulation et la durée d'une vibration moléculaire.

» Pour donner une idée des valeurs plus ou moins considérables que peuvent acquérir les diverses quantités que nous venons de passer en revue, nous rappellerons ici quelques résultats connus.

» Dans l'acoustique, la durée des vibrations moléculaires sert à distinguer les uns des autres des sons plus ou moins graves, plus ou moins aigus. Cette durée, dans les sons que l'oreille apprécie, varie entre des limites fort étendues, le nombre des vibrations par seconde pouvant croître depuis 6 environ jusqu'à plus de 24 000. D'ailleurs, la vitesse de propagation du son dans l'air étant d'environ 337 mètres par seconde, il résulte de ce qui a été dit plus haut, que la longueur d'ondulation des sons appréciables pour l'oreille varie dans ce fluide depuis 56 mètres jusqu'à environ 14 millimètres.

» Dans la théorie de la lumière, la durée des vibrations a une grande influence sur la nature de la couleur, et varie entre des limites assez resserrées, puisqu'elle n'est pas même doublée, quand on passe d'une extrémité du spectre solaire à l'autre, c'est-à-dire du violet au rouge. D'ailleurs, pour le rayon moyen du spectre, la longueur d'ondulation, déduite de la mesure des anneaux colorés, est d'environ un demi-millième de millimètre. Cela posé, comme la vitesse de propagation de la lumière est d'environ 80 mille lieues, de 2000 toises par seconde, il résulte encore de la loi précédemment énoncée que le nombre des vibrations exécutées par une molécule d'éther pla-

cée dans le vide, s'élève moyennement à 640 millions de millions, pour une seconde sexagésimale.

» Parlons maintenant du module d'un mouvement simple propagé dans un système de molécules. Ce module se réduira toujours à l'unité, si le mouvement simple est durable et persistant, et si d'ailleurs il se propage sans s'affaiblir ; c'est-à-dire, en d'autres termes, si le mouvement ne s'éteint ni pour des valeurs croissantes du temps, ni en raison de sa propagation dans l'espace. Alors aussi la ligne décrite par chaque molécule sera toujours une petite portion de droite, ou un cercle, ou une ellipse ; et le mouvement simple offrira ce qu'on nomme la *polarisation rectiligne* ou *circulaire,* ou *elliptique*. Réciproquement, si le module d'un mouvement simple se réduit à l'unité, ce mouvement ne s'affaiblira ni en raison de sa durée pour des valeurs croissantes du temps, ni en raison de sa propagation dans l'espace, pour des valeurs croissantes de la distance d'une molécule à un plan fixe. Mais, si au contraire le module d'un mouvement simple diffère de l'unité, le logarithme népérien de ce module se composera généralement de deux parties, l'une proportionnelle au temps, l'autre proportionnelle à la distance d'une molécule au troisième plan invariable. Alors, si le coefficient du temps n'est pas nul, il devra être négatif pour que le mouvement vibratoire ne cesse pas d'être infiniment petit, et représentera ce que nous appellerons le *coefficient d'extinction relatif au temps*. Alors aussi le coefficient de la distance au troisième plan invariable, dans le logarithme népérien du module, sera ce que nous appellerons le *coefficient d'extinction relatif à l'espace ;* et ce coefficient, s'il n'est pas nul, pourra être positif ou négatif, savoir, positif si le mouvement devient plus faible quand la distance au plan invariable est moindre, et négatif si le mouvement s'affaiblit quand la distance au plan invariable devient plus grande. Dans l'un et l'autre cas, les dimensions des courbes décrites par les molécules décroîtront en progression géométrique, tandis que le temps ou la distance d'une molécule au troisième plan invariable croîtront en progression arithmétique.

» Considérons maintenant un mouvement simple propagé à travers un système de molécules dans le voisinage d'une surface plane qui sépare ce premier système du second, le mouvement dont il s'agit pouvant d'ailleurs être dirigé de manière que les ondes planes s'approchent ou s'éloignent de la surface plane ; et prenons cette surface pour l'un des plans coordonnés. On pourra considérer l'argument du mouvement simple, et le logarithme népérien de son module, comme composés chacun de trois termes différents, savoir, d'un terme proportionnel au temps, d'un terme proportion-

nel à la distance qui sépare une molécule de la surface plane, et d'un terme proportionnel à la distance qui, sur cette surface même, sépare la projection de la molécule de la trace du second plan invariable. La même remarque s'appliquerait à l'argument et au logarithme népérien du module d'un mouvement simple propagé dans le second système de molécules. Cela posé, nous appellerons *mouvements* conjugués ou *correspondants* des mouvements simples, propagés dans les deux systèmes de molécules, ou dans l'un des deux seulement, mais caractérisés par des arguments et des modules qui ne diffèreront entre eux qu'en raison des coefficients par lesquels la distance d'une molécule à la surface de séparation se trouvera multipliée dans chaque argument, ou dans le logarithme népérien de chaque module. En partant de cette définition, l'on reconnaîtra facilement, 1° que deux mouvements simples correspondants sont toujours deux mouvements isochrones, c'est-à-dire dans lesquels les durées des vibrations moléculaires sont les mêmes; 2° que deux semblables mouvements offrent des ondes planes dont les traces sur la surface de séparation sont parallèles à une même droite; 3° qu'ils offrent des longueurs d'ondulation proportionnelles aux sinus des angles formés par les perpendiculaires aux plans des ondes avec la même surface.

» Concevons à présent qu'un mouvement simple propagé dans le premier système de molécules rencontre la surface de séparation qui sépare ce premier système du second, et donne alors naissance à d'autres mouvements réfléchis ou réfractés. Il est naturel de croire que, dans le passage du mouvement incident à ces autres mouvements, un seul des trois termes qui peuvent être censés composer l'argument ou le logarithme népérien du module, se trouvera modifié, savoir, le terme qui dépend de la distance d'une molécule à la surface réfléchissante, et que l'action de cette surface, dans le passage dont il s'agit, altérera seulement le coefficient de cette distance, sans faire varier en aucune manière ni la durée des vibrations moléculaires, ni la trace du premier plan invariable sur la surface, ni les épaisseurs des ondes mesurées parallèlement à la surface. On peut donc admettre, comme première loi de la réflexion ou de la réfraction, celle qui s'énonce dans les termes suivants :

» *Première loi.* — Étant donnés deux systèmes homogènes de molécules, séparés par une surface plane, si un mouvement simple, propagé dans le premier système, rencontre la surface de séparation, et donne alors naissance à des mouvements réfléchis et réfractés, les mouvements incident réfléchis, réfractés, seront toujours des mouvements correspondants.

» De cette loi que nous avons établie par le calcul, dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*, et à laquelle on se trouve ramené par les considérations précédentes, il résulte immédiatement : 1° que la durée des vibrations moléculaires reste la même dans les mouvements incident, réfléchis et réfractés; 2° que, dans ces divers mouvements, les traces du second ou du troisième plan invariable sur la surface de séparation, et par suite la direction des traces des plans des ondes sur cette surface, restent aussi les mêmes; 3° que les sinus d'incidence, de réflexion et de réfraction, sont proportionnels aux longueurs des ondes incidentes, réfléchies et réfractées. Au reste, ce sont là des conclusions auxquelles on se trouve conduit par l'observation aussi bien que par le calcul. L'invariabilité de la durée des vibrations moléculaires, et par conséquent, dans un grand nombre de cas, l'invariabilité de la couleur, soit avant, soit après la réflexion ou la réfraction, est un fait admis dans la théorie de la lumière; et des expériences nombreuses, exécutées avec beaucoup de soin par un de nos illustres confrères, M. Savart, prouvent que les vibrations sonores, transmises d'un corps à un autre, sont toujours telles, que les deux corps vibrent à l'unisson (*). Quant à la proportionnalité qui doit exister généralement entre les sinus d'incidence, de réflexion, ou de réfraction, et les épaisseurs des ondes incidentes, réfléchies, ou réfractées, elle a déjà été constatée dans la théorie de la lumière. Il serait à désirer qu'on pût la constater de même dans l'acoustique, et c'est là, ce me semble, un sujet de recherches qui mérite une attention spéciale de la part des observateurs et des physiciens.

» La première loi de réflexion ou de réfraction peut servir seulement à déterminer, dans les mouvements réfléchis ou réfractés, les directions des plans invariables, et par suite des plans des ondes. Cette loi étant admise, il nous reste à dire sous quelles conditions un mouvement simple peut être réfléchi ou réfracté, et à montrer comment un mouvement vibratoire peut se transformer, sans transition brusque, en passant d'un système de molécules à un autre. C'est ce que nous allons maintenant expliquer.

» Dans le voisinage de la surface de séparation de deux systèmes de molécules, la constitution de chacun de ces deux systèmes se trouve altérée;

(*) Cet accord remarquable entre la loi donnée par le calcul et celle que M. Savart a tirée de l'observation, a déjà été signalé dans plusieurs articles très remarquables, que renferme le journal intitulé *l'Institut*; articles dont j'aimerais à faire ici l'éloge, si l'auteur, M. l'abbé Moigno, n'avait pas jugé mes théories avec tant de bienveillance.

et il serait difficile, pour ne pas dire impossible, d'arriver à connaître d'une manière précise toutes les circonstances de cette altération. Ce que nous pouvons seulement affirmer, c'est que l'altération dont il s'agit, et par suite l'altération des actions auxquelles les molécules se trouvent soumises, ne sont généralement sensibles qu'à une très petite distance de la surface. Cela posé, pour que l'on soit assuré qu'un mouvement simple peut être transmis de l'un des systèmes de molécules à l'autre, la première condition indiquée par le calcul est que, si l'on mesure, à partir de la surface de séparation, la distance à laquelle la constitution de chaque système de molécules se trouve sensiblement altérée, cette distance soit petite relativement à la longueur d'ondulation du mouvement simple. Cette condition était jusqu'à un certain point facile à prévoir; car, si elle n'était pas remplie, et si au contraire les longueurs d'ondulation étaient très petites relativement à la distance à laquelle l'altération devient sensible, il serait tout naturel qu'en traversant la couche qui aurait la surface de séparation pour base et cette distance pour épaisseur, la régularité du mouvement simple se trouvât détruite, et que celui-ci, perdant sa nature et les caractères qui lui sont propres, se trouvât transformé en un mouvement d'une nature toute différente. Alors, à la vérité, chaque point de la surface de séparation pourrait bien encore être considéré, par rapport au second milieu, comme un centre d'ébranlement. Mais les mouvements propagés dans le second milieu, à partir de cette surface, ne se réduiraient plus à un seul mouvement simple, et seraient généralement, comme ceux que produisent des ébranlements arbitraires, en nombre infini. Au reste, sans insister davantage sur cette condition que le calcul m'a donnée, je vais, en la supposant remplie, montrer de quelle manière on peut obtenir les équations particulières qui doivent être vérifiées dans le voisinage de la surface de séparation de deux systèmes de molécules, et qui fournissent le moyen de déterminer toutes les circonstances des phénomènes que présente la réflexion ou la réfraction des mouvements simples.

» La constitution d'un système de molécules étant donnée, on sait quels sont les mouvements simples qui peuvent se propager à travers ce système; et réciproquement la nature de ces mouvements simples se trouve tellement liée à la constitution du système, que, si on les connaît, on pourra généralement tirer de cette connaissance celle des équations aux différences partielles qui représenteront les mouvements vibratoires et infiniment petits des molécules. Ce n'est pas tout; étant proposés deux systèmes homogènes de molécules, séparés par une surface plane, on pourra dire

quels sont, pour chacun d'eux, les mouvements simples correspondants à un mouvement simple donné. Si celui-ci est du nombre de ceux qui sont durables et persistants, et qui se propagent sans s'affaiblir, l'un quelconque des mouvements correspondants sera lui-même un mouvement durable et persistant, qui pourra ou se propager sans s'affaiblir, ou être moins sensible à de plus grandes distances de la surface de séparation, ou être moins sensible à de plus petites distances de cette surface. Suivant que le premier, le second ou le troisième cas aura lieu, nous dirons que le mouvement correspondant dont il s'agit, est un mouvement simple de *première*, de *seconde* ou de *troisième espèce*. D'ailleurs, le logarithme népérien du module relatif à chaque mouvement de seconde espèce renfermera un *coefficient d'extinction* par lequel se trouvera multipliée la distance d'une molécule à la surface donnée. Cela posé, la loi indiquée par le calcul, comme propre à faire connaître les diverses circonstances que présente la réflexion et la réfraction des mouvements simples, peut s'énoncer de la manière suivante :

» *Deuxième loi.* — Lorsqu'un mouvement simple rencontre la surface de séparation de deux systèmes homogènes de molécules, alors, pour rendre compte de tous les phénomènes de réflexion et de réfraction, il suffit de joindre au mouvement incident les mouvements réfléchis et réfractés qui restent sensibles à une grande distance de la surface réfléchissante, et de leur superposer, dans le voisinage de la surface, des mouvements correspondants de seconde espèce, qui offrent dans chaque milieu des coefficients d'extinction plus considérables.

» Pour ne pas abuser de l'attention de l'Académie, je renvoie à un autre article la discussion de cette loi remarquable, à laquelle on peut arriver encore d'une manière presque rigoureuse, par de simples raisonnements que tout le monde peut saisir, et l'application de cette même loi aux phénomènes que présente la réflexion ou la réfraction des rayons lumineux. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De la respiration branchiale de l'embryon, considérée chez les mammifères et les oiseaux; par* M. SERRES.

« Les fissures cervicales de l'embryon de l'homme, de celui des mammifères, des oiseaux et des reptiles, sont donc les espaces intermaxillaires et intercostaux séparant les rudiments des maxillaires, de l'hyoïde, et des côtes

en voie de développement (1). Les artères qui parcourent ces espaces sont par conséquent les branches intercostales, linguales et intermaxillaires.

» Ces fissures sont-elles branchiales, c'est-à-dire propres à la respiration aquatique? La réponse à cette question nous est donnée par la disposition que nous avons reconnue à l'amnios, et particulièrement par celle de la portion réfléchie de cette membrane (2); toute respiration branchiale exige en effet le contact immédiat de la branchie avec un liquide. Or les fissures cervicales sont-elles en contact immédiat avec le liquide amniotique? C'est là le point fondamental de la détermination de leur fonction.

» D'après les notions imparfaites que l'on avait sur l'anatomie de cette membrane, naguère cette question n'en était pas une. L'embryon était présumé flottant, et, pour ainsi dire, suspendu dans les eaux de l'amnios; ce liquide l'environnait de toute part, de sorte que les fissures cervicales, de même que toute la surface externe de l'embryon, baignaient dans le liquide amniotique. Dès-lors on pouvait croire, comme on l'a cru en effet, que la nature de ces fissures était réellement branchiale.

» Mais, d'après la description que nous avons donnée de la membrane de l'amnios, et surtout d'après le mécanisme dont l'embryon s'enroule dans ses replis, on conçoit que le contact immédiat du liquide avec les fissures, condition fondamentale de toute branchie, est physiquement rendu impossible.

» A mesure, en effet, que l'embryon s'enfonce dans la vésicule amniotique, il chasse devant lui une portion retroussée de la membrane; cette portion ainsi réfléchie s'applique immédiatement contre la surface externe de l'embryon à laquelle elle adhère intimement, comme la portion réfléchie de toutes les membranes séreuses adhère à la périphérie des organes.

» Il suit de là que l'embryon qui pénètre dans l'amnios par le dos, et qui ne saurait y pénétrer différemment, à cause de la disposition de l'allantoïde et de la vésicule ombilicale, a d'abord la région dorsale recouverte par l'amnios réfléchi; puis, à mesure qu'il s'enfonce, cette portion réfléchie s'applique immédiatement sur la tête, le col, la poitrine, le bassin et l'abdomen. Arrivée vers le milieu de la région abdominale, elle y trouve le pédicule de l'allantoïde ainsi que celui de la vésicule ombilicale qu'elle embrasse étroitement en les entourant, ce qui donne naissance au cordon ombilical.

---

(1) Voyez *Compte rendu*, septembre 1839, pages 383 et suivantes.

(2) Voyez *Compte rendu*, décembre 1838, pages 996 et suivantes.

» Or, pendant ce trajet, l'amnios réfléchi a rencontré sur sa route la bouche, les ouvertures des fosses nasales, celles des oreilles, celles des fissures cervicales, ainsi que l'ouverture de la vulve et de l'anus. Il s'est appliqué en passant sur les bords de toutes ces ouvertures, qu'il ferme hermétiquement en leur formant un opercule véritable destiné à s'opposer physiquement à l'entrée des eaux de l'amnios dans les cavités que terminent ces diverses ouvertures.

» La formation du cordon ombilical, la formation de cette lame operculaire sur la bouche, sur les fissures cervicales, ainsi que sur les autres ouvertures naturelles, sont donc le résultat immédiat du mécanisme du développement de l'amnios réfléchi, et ce résultat a pour fonction, pour effet, pour but d'opposer un obstacle mécanique à l'entrée du liquide amniotique soit dans le canal intestinal, soit dans la cavité auditive et utérine, soit enfin dans l'intérieur des fissures cervicales; d'où il suit encore, comme conséquence dernière, que ces fissures ne sont et ne sauraient être des organes de respiration, que par conséquent leur nature n'est pas branchiale.

» C'est une conclusion dont nous devions donner les preuves anatomiques, afin d'établir d'une part que l'appareil branchial que nous avons décrit chez l'homme était le seul convenablement disposé pour exécuter la respiration branchiale de l'embryon, et avant de passer d'autre part à la description de l'appareil respiratoire analogue des embryons des mammifères et des oiseaux dont les dispositions sont si différentes de celui de l'embryon humain.

» On sait, depuis notre avant-dernier Mémoire, que les villosités vasculaires du chorion constituent la partie fondamentale de la branchie embryonnaire.

» On sait qu'en s'engageant dans les fentes de la caduque réfléchie, ces villosités et leurs vaisseaux vont se mettre en contact avec le liquide de la caduque, contenu lui-même dans la cavité que forment les deux lames de cette enveloppe.

» Les mammifères et les oiseaux sont tous pourvus de cette partie vasculeuse du chorion, que j'ai nommée *érythro-chorion*, pour la distinguer de l'*exochorion*, qui lui forme un épiderme externe, et de l'*endochorion*, qui tapisse son intérieur.

» D'après les rapports du chorion avec la membrane caduque, la cavité branchiale se trouve ainsi superposée sur le chorion, dont elle entoure la périphérie extérieure. Si les mammifères étaient pourvus d'une mem-

brane caduque aussi développée que celle de l'homme, la cavité branchiale et son liquide pourraient avoir la même position, et la branchie conserver ainsi les mêmes rapports; mais cette caduque est tellement réduite chez eux, que la cavité existe à peine, et que difficilement on peut constater la présence d'un liquide (hydropérione) entre ses deux lames. Il résulte de là que la cavité branchiale est presque anéantie chez les mammifères, et que leurs embryons seraient privés de cette respiration, si la nature n'y avait pourvu d'une autre manière; or, c'est cette manière dont la nature a modifié la branchie embryonnaire des mammifères, qui doit présentement fixer notre attention.

» En exposant les enveloppes propres de l'œuf humain, nous avons vu que l'endochorion qui constitue l'allantoïde est si rudimentaire, que sa cavité est à peine distincte, et que le liquide qu'elle renferme est en si petite quantité, qu'à peine aussi peut-on en constater la présence. Nous avons vu, en second lieu, qu'au moment où ses vaisseaux se confondaient avec ceux du chorion, l'endochorion tapissait la face interne de l'érythro-chorion. Cette atrophie de l'allantoïde avait rendu nécessaire le développement de la cavité branchiale de la caduque.

» Mais si chez l'embryon de l'homme, l'allantoïde ou l'endochorion avait eu une capacité suffisante, si son liquide avait été assez abondant, les villosités vasculaires du chorion, en se mettant en contact avec lui, auraient trouvé l'élément indispensable à leur action respiratoire. La cavité branchiale de la caduque eût été inutile, étant remplacée par la cavité et le liquide de l'endochorion.

» Or, ce que la nature aurait pu faire chez l'homme, est précisément ce qu'elle a mis en œuvre chez les mammifères. Chez tous ces animaux, elle a développé outre mesure l'allantoïde (endochorion); elle a étendu cette membrane en forme de double intestin, lequel communique par l'ouraque avec la vessie; elle a rempli cet intestin d'un liquide légèrement onctueux et a couvert sa surface extérieure des innombrables vaisseaux du chorion, ou de l'érythro-chorion. Ainsi appliquées sur la surface externe de l'allantoïde ou de l'endochorion, les dernières ramifications capillaires s'introduisent dans les mailles déliées de l'endochorion, dont le liquide les humecte, comme le liquide de la caduque de l'homme humecte et arrose la terminaison des villosités du chorion.

» Chez les mammifères, le résultat est donc le même que chez l'homme : les vaisseaux qui constituent la lame moyenne du chorion ou l'érythro-chorion, sont humectés chez les premiers par le liquide allantoïdien, et

ils le sont chez le second par celui de la cavité de la caduque. La respiration branchiale s'exécute en définitive de la même manière chez les premiers embryons des mammifères, et sur l'embryon de l'homme.

» Seulement, et cette différence est très remarquable, la cavité branchiale est placée chez l'homme en dehors du chorion, tandis qu'elle occupe son intérieur chez les mammifères. Très distincte dans les enveloppes des carnassiers, cette disposition et ce rapport de la lame vasculeuse du chorion (érythro-chorion), sont surtout évidents sur les enveloppes de la vache et de la brebis, et mieux encore sur les enveloppes du cochon qui les offrent à leur maximum de développement.

» Quelque différente que soit la position de la cavité branchiale des mammifères et de l'homme, on voit néanmoins par quel antagonisme simple elle est produite. Elle est en effet le résultat du balancement dans les développements de la caduque et de l'allantoïde dans les enveloppes des embryons.

» L'allantoïde étant très rudimentaire chez l'homme, les caduques ont acquis une extension, un développement que l'on ne remarque sur aucun autre mammifère. De là l'ampliation de la cavité branchiale de la caduque; de là l'abondance relative du liquide qui la remplit; de là aussi l'atrophie de l'allantoïde, et la presque nullité de sa cavité et de son liquide.

» Par contre, chez les mammifères, la cavité branchiale et le liquide de l'allantoïde sont portés au maximum de leur développement; de là l'atrophie de la caduque; de là la presque nullité de son liquide et de sa cavité.

» Cet antagonisme entre le développement de la caduque et celui de l'allantoïde chez l'homme et les mammifères, est devenu la source de la confusion qui existe sur ces membranes dans l'ovologie humaine et comparée.

» Pour la caduque, l'ovologie de l'homme servant de terme de comparaison, beaucoup d'anatomistes n'ont pu reconnaître son analogue dans le double feuillet si mince et si peu consistant que l'on trouve étendu sur le chorion des mammifères.

» Pour l'allantoïde, l'ovologie des mammifères ayant été prise pour terme de rapport, les anatomistes se sont long-temps refusés et beaucoup se refusent encore à considérer comme l'analogue du double intestin de la vache, de la brebis et du cochon, le petit repli allantoïdien de l'homme, dont l'existence, comme partie indépendante, est si éphémère.

» Si l'on avait considéré l'ovologie du point physiologique qui nous occupe, on eût vu que cet antagonisme dans le développement de ces mem-

branes était le résultat de la fonction respiratoire qu'elles concourent à remplir; on eût vu que la faiblesse de l'allantoïde de l'homme nécessitait une caduque fortement développée, pour donner de l'étendue à sa cavité branchiale, de même que les vastes cavités branchiales de l'allantoïde des mammifères rendaient chez eux superflu et inutile un développement plus considérable de leur membrane caduque. Chez ces derniers, la force de l'allantoïde compense la faiblesse de la caduque, de même que chez l'homme la faiblesse de l'allantoïde est compensée par le développement considérable et la force de la caduque.

» Quant à la respiration branchiale des oiseaux, le beau travail de M. Dutrochet sur la vessie ovo-urinaire de cette classe, me dispense d'entrer dans de longs détails à ce sujet. Il me suffira d'ajouter ici que l'endochorion et son liquide remplissent chez eux les mêmes fonctions que chez les mammifères, remettant d'ailleurs à exposer quelques particularités qui les concernent dans un autre Mémoire sur le développement de la membrane chalazifère.

» Si la respiration de l'embryon était uniquement exécutée par la branchie érythro-vésicale, nous en aurions exposé, par ce qui précède, la modification principale; mais elle est précédée par la branchie omphalo-mésentérique ou ombilicale, et suivie, chez les mammifères, par la respiration placentaire. Pour avoir une idée de l'ensemble de cette fonction pendant le cours de la vie embryonnaire, il est donc nécessaire de dire un mot de l'appareil par lequel elle commence et de celui par lequel elle finit.

» La branchie omphalo-mésentérique commence à paraître chez les oiseaux, où elle est portée à son plus haut développement, à la douzième heure de l'incubation, d'après les observations de Malpighi et de Lancisi; à la vingt-quatrième, d'après celles un peu tardives de Maître-Jan; à la dix-huitième ou vingtième heure, selon Haller, et de la quinzième à la dix-septième heure, d'après la moyenne de nos propres recherches. Son étendue et sa vascularité augmentent jusqu'au milieu du troisième jour, et dès le quatrième elle commence à décroître et à se flétrir.

» Le moment de cette décroissance coïncide avec l'apparition de la branchie érythro-vésicale, destinée à lui succéder et à la remplacer. Le remplacement s'opère d'une manière si méthodique et si régulière, que sa fonction ne saurait en être troublée. Enfin, si l'on suit d'heure en heure ce double mouvement de formation d'une part et de déformation de l'autre, on trouve que vers le douzième jour de l'incubation, et au plus

tard le quatorzième, la branchie érythro-vésicale s'est complétement substituée à la branchie omphalo-mésentérique.

» La substitution d'une branchie à une autre s'effectue chez les mammifères par le même procédé que chez les oiseaux. L'ovologie de la vache, celle de la brebis, celle du cochon surtout, montrent les divers temps de cette substitution d'une manière presque aussi régulière qu'on la remarque chez les oiseaux. Chez l'homme, l'état rudimentaire de la branchie omphalo-mésentérique coïncide avec le développement si prompt de la branchie érythro-vésicale.

» Le rapport de ces deux branchies explique leur position respective. Chez tous les animaux pourvus de la branchie érythro-vésicale, sa position est pelvienne, et cette position paraît lui être commandée par celle de la branchie omphalo-mésentérique dont elle doit continuer la fonction.

» Chez ceux, au contraire, où la branchie érythro-vésicale est remplacée par des branchies cervicales, comme chez les poissons et les batraciens, la branchie omphalo-mésentérique s'éloigne de la région pelvienne, et vient se placer vers le cou, dans le voisinage de l'appareil respiratoire qui doit lui succéder. La nécessité de l'accord de la respiration embryonnaire explique ainsi la position spéciale que vient occuper la vésicule ombilicale chez les batraciens et les poissons.

» Le placenta, qui succède à la branchie érythro-vésicale, comme celle-ci a succédé à la branchie omphalo-mésentérique, offre dans sa composition chez les mammifères des différences qui sont subordonnées à l'étendue de l'endochorion (allantoïde), et à l'étendue, par conséquent, de la branchie érythro-vésicale. Le placenta n'étant en effet que la transformation de l'érythro-chorion, il arrive que moins l'endochorion est étendu, plus l'érythro-chorion est concentré. Plus est vaste, au contraire, l'endochorion, plus sont disséminées les houpes de l'érythro-chorion, qui forment les cotylédons placentaires.

» D'où il suit que, dans le premier cas, les cotylédons placentaires, groupés et réunis en masse, forment un plateau unique, comme on le remarque chez l'homme, les quadrumanes, la plupart des carnassiers et des rongeurs, tandis que dans le second cas, les cotylédons, tenus à distance, donnent naissance aux placentas cotylédonés et multiples de la vache, de la brebis, et du cochon, surtout remarquable sous ce rapport.

» Telles sont les modifications les plus remarquables que nous ont paru subir les appareils de la respiration embryonnaire, considérés chez l'homme, les mammifères et les oiseaux. »

RAPPORTS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un savon hydrofuge.*

(Commissaires, MM. Dumas, Robiquet rapporteur.)

« M. MENOTTI a présenté, il y a quelques mois, un savon qui selon lui, jouit de la propriété de rendre les tissus imperméables à l'eau, sans qu'ils cessent pour cela d'être perméables aux fluides élastiques. Plusieurs échantillons d'étoffes préparées par ce moyen, étaient joints à ce savon. Nous avons été désignés, M. Dumas et moi, pour les examiner et en donner notre avis à l'Académie. Nous venons aujourd'hui nous acquitter de ce devoir.

» L'utilité du résultat annoncé par M. Menotti a été si généralement sentie, que depuis long-temps il est devenu l'objet d'essais nombreux et d'applications plus ou moins heureuses; mais en général les moyens employés jusqu'à présent ont été assez dispendieux pour que ces tissus imperméables ne pussent être achetés que par des gens aisés, c'est-à-dire précisément par ceux qui en ont le moins besoin. Le but que s'est proposé M. Menotti a été, au contraire, de les rendre accessibles pour tous, et de mettre l'application de sa méthode entre les mains de tout le monde. Cette méthode est en effet si facile, qu'il n'est personne qui ne puisse l'exécuter; car elle consiste tout simplement à immerger une étoffe bien sèche dans une dissolution presque bouillante de ce savon hydrofuge. Lorsque l'étoffe est bien uniformément imprégnée, on exprime modérément, on laisse sécher, et tout est terminé.

» Pour nous assurer de la vérité des faits allégués par l'auteur, nous nous sommes transportés dans son établissement, et là M. Menotti, qui nous avait fait connaître la composition de son savon, en a fait préparer devant nous. Plusieurs coupons d'étoffes ont été rendus imperméables, et pour que les effets indiqués devinssent plus évidents pour nous, M. Menotti fit asperger des morceaux de percale avec de la dissolution chaude de son savon; il fit même tracer quelques caractères avec cette même dissolution. Lorsque les étoffes étaient sèches, aucun vestige de cette préparation n'apparaissait; mais venait-on à les tremper dans de l'eau même bouillante, aussitôt on distinguait parfaitement toutes les parties qui avaient été imprégnées de ce savon, et l'on voyait reparaître tous les ca-

ractères primitivement tracés, parce que tout ce que le savon avait touché ne se laissant pas imbiber, il en résultait une différence de nuance qui rendait ces diverses parties fort distinctes les unes des autres.

» Enfin, nous avons assez répété les épreuves, soit ensemble, soit individuellement, pour pouvoir dire que nous croyons que M. Menotti a réellement atteint le but qu'il s'était proposé, et cela sous le double rapport de l'utilité et de l'économie. Ainsi nous nous sommes assurés, en prenant pour base le prix de vente établi par M. Menotti pour son savon, qu'il deviendra possible avec quelques centimes de dépense, de rendre imperméables plusieurs mètres de toile. Pour en donner une idée plus précise, nous dirons qu'il n'en coûterait pas plus de 40 centimes pour rendre imperméable une blouse ordinaire, et le double environ pour une capote de soldat.

» Il n'est sans doute pas besoin de faire remarquer que plus un tissu sera serré et plus l'imperméabilité sera grande. Nous ajouterons que l'on réussirait probablement beaucoup mieux encore, en imprégnant de ce savon non pas le tissu lui-même, mais la matière première qui sert à le fabriquer; c'est en effet ce que se propose de faire M. Menotti, et comme sa préparation modifie fort peu la souplesse de la fibre textile, il regarde le succès comme certain.

» On prévoit les immenses avantages qui devront résulter pour la santé publique de l'emploi d'un procédé aussi simple que peu dispendieux, et combien tous ceux qui jouissent du triste privilége d'exercer une profession quelconque sur la voie publique et exposés aux injures de l'air, auront d'obligations à M. Menotti. On jugera sans doute comme nous, que lorsque le temps aura pu ajouter sa sanction aux espérances que le procédé de M. Menotti permet de concevoir, personne ne sera plus digne que lui de venir participer à la belle dotation léguée par M. de Montyon à ceux qui sont assez heureux pour soustraire leurs semblables à quelques-unes des misères humaines.

» Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation au savon hydrofuge de M. Menotti. »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un membre pour la place vacante dans la *section de Physique.*

Le nombre des votants est de 57.

Au premier tour de scrutin,

M. Babinet obtient..... 35 suffrages,
M. Despretz..... 19
M. Péclet..... 2

Il y a un billet blanc.

M. **Babinet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu; sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

M. **le Président de l'Académie** rappelle qu'il reste à pourvoir à une vacance dans la *section de Mécanique,* et engage MM. les membres de la section à présenter le plus tôt possible une liste de candidats.

M. **Magendie**, au nom de la Commission chargée de l'examen des pièces adressées pour le concours au prix de Physiologie expérimentale, demande qu'un chimiste soit adjoint à cette Commission.

M. **Dumas** est désigné à cet effet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notice sur la dynamométrie et sur les deux appareils dynamométriques de rotation, propres à mesurer, pendant un temps plus ou moins long, le travail transmis ou consommé par une machine sans interrompre sa marche; par* M. **Morin**. — Extrait par l'auteur.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Coriolis.)

« L'auteur, après avoir montré qu'à une époque comme la nôtre où les arts mécaniques acquièrent dans les travaux industriels des nations une si grande importance, le travail mécanique doit, selon l'expression d'un de nos plus habiles ingénieurs (M. Fourneyron), pouvoir se mesurer, se peser comme le pain, cite les tentatives faites par plusieurs savants illustres pour obtenir des instruments qui remplissent cet objet.

» Sans rappeler l'attention de l'Académie sur les appareils dynamométriques qu'il a déjà fait exécuter et auxquels elle a accordé le prix de Mécanique, il indique un résultat assez remarquable qu'il a obtenu récemment en accouplant ensemble deux paires de lames du genre de celles qu'il emploie, et qui prouve que quand deux lames élastiques sont soumises ensemble à un même effort, elles se partagent la résistance dans le rapport de leur flexion ou de leur force.

» Il appelle l'attention des expérimentateurs sur les recherches intéressantes qui sont encore à exécuter sur les charrues et sur le halage des bateaux, et cite à ce sujet quelques expériences comparatives qu'il a exécutées aux environs de Metz avec la charrue du pays et la charrue perfectionnée de M. de Dombasle, et desquelles il résulte que dans les terres assez légères, cette dernière offrait une résistance égale aux trois quarts de celle qu'opposait la première.

» L'auteur termine sa Notice par l'exposé du problème qu'il s'est proposé de résoudre dans la construction de deux nouveaux dynamomètres de rotation qu'il prie l'Académie de faire examiner.

» L'un de ces instruments est destiné à donner, pendant un nombre de révolutions qui peut s'élever de 150 à 450 et plus, la quantité de travail et l'effort moyen transmis par un moteur à une machine avec toutes ses variations, cet appareil devant fonctionner pendant que la machine travaille sans gêner aucunement la fabrication, et pouvant au besoin être appliqué à une ou plusieurs machines et transporté de l'une à l'autre sans exiger aucun changement.

» A l'aide de cet instrument un constructeur peut étudier et déterminer directement la quantité de travail nécessaire pour faire marcher diverses machines de fabrication soit ensemble, soit séparément.

» Le second appareil, destiné à marcher pendant un temps assez long, devait donner, après une journée, une semaine ou une quinzaine, la quantité totale de travail transmise par le moteur ou consommée par une machine, de façon que les résultats, indiqués par un compteur renfermé dans une boîte à deux clés, ne pussent être altérés.

» Un semblable instrument, placé dans un atelier, indiquerait, à la fin de chaque semaine, la force qui aurait été réellement consommée par le locataire, et servirait de base incontestable au réglement des loyers. Appliqué à une machine à vapeur pendant une quinzaine ou un mois, il montrerait d'une manière irrécusable quelle est la force de la machine et la quantité de travail qu'elle transmet par kilogramme de charbon brûlé.

» La tare de ces instruments, ou la démonstration de l'exactitude de leurs indications et de leur rapport avec le travail exécuté ou transmis par la machine, est d'ailleurs tellement simple et facile à comprendre, qu'elle n'exige aucune autre connaissance en mécanique que celles qui sont possédées par les chefs ouvriers ordinaires.

» Les appareils sont exécutés, ils ont déjà fonctionné, et ils paraissent à l'auteur remplir complétement le but qu'il s'était proposé. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les formations calcaires du Vivarais; par* M. **Jules de Malbos.**

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Élie de Beaumont.)

Dans ce Mémoire, l'auteur s'est particulièrement occupé des directions des fissures qui divisent en blocs séparés, de forme rhomboïdale, les différentes assises des calcaires du département de l'Ardèche; des nombreux fossiles marins que ces calcaires renferment, et des variations que peut avoir subi la profondeur de la mer pendant la durée de la formation de leurs assises successives.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur les glissements spontanés, contenant l'exposé de quelques nouveaux principes de mécanique terrestre; par* M. **Colin**, ingénieur au canal du Centre.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis.)

Dans ce Mémoire, l'auteur s'est attaché à prouver, tant par des observations que par des considérations théoriques, que le prisme de plus grande poussée des terres n'est point terminé par un plan, comme on l'admet généralement, mais par une surface courbe qui serait une cycloïde.

CORRESPONDANCE.

M. *Audouin* communique le passage suivant, relatif à la *circulation du sang chez les Pyrosomes,* extrait d'une lettre de M. **Milne Edwards**, datée de Nice, le 29 janvier 1840.

« J'ai recueilli ces jours-ci, dans la baie de Villefranche, un petit échantillon de la singulière agrégation d'animaux si bien décrits d'abord par Péron et Lesueur, puis par M. Savigny sous le nom de *Pyrosoma.* L'ayant

conservé dans de l'eau de mer, j'ai pu l'examiner à l'état vivant. Déjà j'avais étudié à Paris quelques-uns de ces Tuniciers conservés dans l'alcool; mais alors, vous le savez, ils n'ont plus la transparence cristalline qu'ils offrent pendant la vie, et je n'avais pu prendre qu'une idée assez imparfaite de leur organisation. Rien n'est plus curieux à voir que l'appareil respiratoire de ces petits animaux, lorsque les cils vibratiles dont chacune des fentes branchiales est garnie, se meuvent tous à la fois et tourbillonnent avec une rapidité extrême et une harmonie parfaite.

» Mais ce qui m'a intéressé davantage, c'est la manière dont se fait *la circulation du sang chez ces Pyrosomes*. Le cœur, qui, je crois, a échappé jusqu'ici aux recherches des anatomistes, est placé à la partie inférieure du corps, à côté et au-dessous de la masse viscérale : il a une disposition analogue à celle des Ascidies. Il se contracte aussi d'une manière péristaltique, et ici encore la direction de ce mouvement vermiculaire change périodiquement. La direction du courant circulatoire lui-même change aussi périodiquement, tout-à-fait à la manière de ce qui a lieu chez les Ascidies, et, comme chez ces animaux, les mêmes vaisseaux remplissent alternativement les rôles d'artères et de veines.

» Voilà donc ce mode de circulation si anomal constaté dans toutes les grandes divisions naturelles de la classe des Tuniciers de Lamarck. Il m'a paru intéressant de voir qu'un phénomène physiologique aussi remarquable et qui n'a été encore aperçu dans nul autre type du règne animal, ne manquait dans aucun des animaux dont se compose ce groupe intermédiaire entre les vrais mollusques et les polypes. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Extrait d'une Lettre de* M. LEJEUNE-DIRICHLET *à* M. Liouville.

« En voyant dans votre Journal l'élégante traduction que M. Terquem a bien voulu faire de mon Mémoire sur la progression arithmétique, j'ai eu l'idée d'étendre la même analyse aux formes quadratiques. En combinant cette analyse avec les considérations ingénieuses que M. Gauss développe dans les derniers numéros de sa cinquième section, on prouve non-seulement que toute forme quadratique renferme une infinité de nombres premiers, mais encore qu'elle en contient qui soient d'une forme linéaire quelconque, compatible avec la forme quadratique donnée.

» Je me suis aussi beaucoup occupé dans ces derniers temps à étendre aux formes quadratiques à coefficients et indéterminées complexes, c'est-

à-dire de la forme $t + u\sqrt{-1}$, les théorèmes qui ont lieu dans les cas ordinaires des entiers réels. Si l'on cherche en particulier à obtenir le nombre des formes quadratiques différentes qui existent dans cette hypothèse pour un déterminant donné, on arrive à ce résultat assez remarquable, que le nombre dont il s'agit dépend de la division de la lemniscate, de même que dans le cas des formes réelles et à déterminant positif, il se rattache à la section du cercle. Ce qui m'a surtout fait plaisir dans ce travail, c'est le parti qu'on y tire de considérations géométriques et particulièrement de la théorie des propriétés perspectives des figures. Au moyen de cet auxiliaire, la question, qui d'abord et considé rée d'une manière purement analytique paraît extrêmement compliquée, devient presque aussi simple que lorsqu'il s'agit de déterminants réels.

» Les recherches dont je viens de vous indiquer l'objet m'ont conduit à un théorème remarquable par sa simplicité, et qui ne paraît pas sans importance pour la théorie des équations indéterminées des degrés supérieurs au second, matière encore très peu cultivée. Voici en quoi consiste ce théorème.

« Si l'équation

$$(1) \qquad s^n + as^{n-1} + \ldots\ldots + gs + h = 0,$$

» à coefficients entiers, n'a pas de diviseur rationnel, et si parmi ses racines » $\alpha, \beta, \ldots\ldots \omega$, il y en a au moins une qui soit réelle, je dis que l'équation » indéterminée

$$(2) \qquad F(x, y, \ldots z) = \varphi(\alpha)\,\varphi(\beta)\ldots\ldots\varphi(\omega) = 1,$$

» où l'on a posé pour abréger

$$\varphi(\alpha) = x + \alpha y + \ldots\ldots + \alpha^{n-1} z,$$

» a toujours une infinité de solutions entières. »

» Pour établir ce théorème, il faut d'abord faire voir qu'il existe au moins un entier m tel, que l'équation

$$(3) \qquad F(x, y, \ldots\ldots z) = m$$

ait une infinité de solutions. C'est à quoi l'on peut parvenir par différents

moyens. Dans le cas du second degré, la chose, qui pour ce cas n'est pas nouvelle, résulte immédiatement des propriétés des fractions continues.

» L'équation (3) ayant une infinité de solutions, il en existera deux telles, que l'on ait

$$F(x, y, \ldots . z) = m, \quad F(x', y', \ldots . z') = m,$$

et en même temps,

$$(4) \qquad x \equiv x', \quad y \equiv y', \ldots z \equiv z' \,(\text{mod. } m).$$

Cela posé, si nous considérons la fraction

$$\frac{x' + \alpha y' + \ldots . + \alpha^{n-1} z'}{x + \alpha y + \ldots . + \alpha^{n-1} z},$$

on pourra évidemment [en multipliant par $\varphi(\beta) \ldots \varphi(\omega)$] lui donner la forme

$$\frac{X + \alpha Y + \ldots . + \alpha^{n-1} Z}{m},$$

où X, Y, ...Z sont des fonctions entières et à coefficients entiers de $x, y, \ldots . z, x', y', \ldots . z'$. Je dis maintenant que X, Y, ...Z sont des multiples de m. Pour le faire voir, admettons pour un instant que dans ces expressions $x', y', \ldots . z'$ soient changés en $x, y, \ldots . z$; changement par lequel X, Y, ...Z resteront, en vertu des congruences (4), congrus à eux-mêmes. Par le changement dont il s'agit, $X + \alpha Y + \ldots . \alpha^{n-1} Z$ doit devenir égal à m, ce qui ne peut arriver [l'équation (1) n'ayant pas de diviseurs rationnels] qu'autant que X, Y, ...Z deviennent respectivement m, o, ...o. Donc X, Y, ...Z sont divisibles par m, et la fraction considérée plus haut est

$$\xi + \alpha \eta + \ldots . + \alpha^{n-1} \zeta$$

($\xi, \eta, \ldots . \zeta$ étant des entiers); d'où l'on conclut

$$F(\xi, \eta, \ldots . \zeta) = 1,$$

solution qui en fournira une infinité d'autres.

» Parmi les conséquences nombreuses qu'on peut tirer de ce théorème, il y en a une qui se présente pour ainsi dire d'elle-même et consiste en ce que les fonctions que Lagrange a d'abord considérées dans les Mémoires de Berlin, et plus tard dans les Additions à l'Algèbre d'Euler, et qui se reproduisent par la multiplication, si elles peuvent obtenir une certaine valeur, sont dès-lors susceptibles de la même valeur pour une infinité de

systèmes de valeurs des indéterminées $x, y, \ldots z$, en supposant toutefois que l'équation algébrique d'où ces fonctions tirent leur origine, satisfasse aux conditions ci-dessus énoncées. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Emploi de la lumière artificielle pour la formation d'images photographiques.*

« M. **Biot** présente, de la part de M. le docteur *Donné*, plusieurs images photogéniques d'objets naturels transparents, opérées sur la couche d'iode par la lumière du gaz oxy-hydrogène enflammé sur la chaux, et agissant à travers un système de lentilles disposées pour produire divers degrés de grossissement. L'appareil optique employé est exactement un microscope solaire dont le corps éclairant est la petite masse de chaux sur laquelle s'opère la combustion; et l'objet transparent dont on veut obtenir l'image agrandie, y est aussi inséré de la même manière. Mais, au lieu de jeter l'image sur une toile blanche insensible, comme on le fait d'ordinaire dans ce genre d'expérience, M. le docteur Donné la reçoit sur la couche d'iode de M. Daguerre; et elle y imprime très nettement l'image de l'objet, qui se trouve ainsi rendue durable. Il y a une évidente utilité à remplacer dans de pareilles expériences la lumière solaire par une lumière artificielle que l'on peut toujours préparer; mais il y a en outre plusieurs conséquences physiques à déduire des résultats ici obtenus. D'abord, on se trouve ainsi assuré que la lumière qui se développe dans la combustion des deux gaz sur la chaux, contient les éléments de radiation convenables et suffisants pour modifier la couche d'iode; ce qui était une déduction analogique, mais non cependant certaine des effets déjà observés par M. Daguerre, sur l'impressionnabilité de la couche d'iode par la radiation d'une lampe d'Argant, qui avait nécessairement traversé la cheminée de verre dont la flamme était entourée. Dans les expériences de M. Donné, la lumière émanée du gaz traversait jusqu'à sept verres disposés en succession. Mais ce fait, qui peut paraître extraordinaire, est conforme aux résultats des expériences déjà faites sur les radiations en général. Car elles ont prouvé que les radiations capables d'exciter les effets chimiques, s'épurent, comme les radiations calorifiques, dans une très petite épaisseur du premier verre qu'elles traversent; de sorte que les couches ultérieures de ce verre, si elles sont de même nature, n'y opèrent plus qu'une absorption presque insensible. Ainsi, dans les expériences de M. Donné, la radiation qui avait traversé la première lentille, ne devait presque éprou-

ver dans les suivantes que des pertes résultantes des diverses réflexions sur les surfaces d'incidence et d'émergence. Il serait utile d'étudier sa composition, comparativement à la radiation solaire en l'analysant par des écrans de diverse nature sans l'intermédiaire des verres; comme aussi d'examiner les proportions suivant lesquelles elle est interceptée par l'interposition des divers écrans organiques dont elle donne les images après avoir traversé l'appareil amplifiant. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Lettre de* MM. **Lottin, Bravais** *et* **Ch. Martins** *à* M. Arago, *relative aux travaux de la Commission scientifique du Nord.*

« Permettez-nous, Monsieur, de vous adresser, à notre retour, un résumé très succinct des observations astronomiques et physiques recueillies pendant le séjour de la corvette *la Recherche* au Spitzberg, aux îles Feroe, en Norvège, pendant les traversées faites en deux années consécutives dans ces parages, et plus spécialement pendant notre hivernage à Bossekop, en Laponie, sous le 70^{e} degré de latitude, depuis le 1er septembre 1838 jusqu'au 20 avril 1839; enfin pendant la durée de notre retour en France. Ces observations sont dues aux membres de la Commission du nord chargés de la partie physique et hydrographique, aux officiers de la corvette, et à MM. Lilliehook, Siljestrôm, Meyer, que le gouvernement de Suède et Norvège avait bien voulu nous adjoindre.

» *Astronomie et hydrographie.* — On a déterminé la position géographique des principaux points de la côte occidentale du Spitzberg, et le travail de Scoresby, dans l'ouest, a été lié avec celui du capitaine Parry, dans le nord de l'île ; on a levé les plans des baies de Bell-Sound, de la Magdeleine et des Basques. La latitude et la longitude de notre lieu d'hivernage ont été déterminées avec soin et par plusieurs méthodes différentes; ce lieu devient ainsi un repère pour les levés hydrographiques actuels du Finmarck, et pour une détermination exacte des longitudes des principaux points de ces parages, dont plusieurs seront liés avec Bossekop par nos chronomètres.

» Quatre à cinq fois on a pris des hauteurs circumméridiennes d'étoiles passant à petite hauteur au-dessus de l'horizon; peu de temps avant ou après, les décroissements de température étaient observés directement. On a mesuré avec soin la dépression de l'horizon de la mer avec un grand théodolite, en y ajoutant la mesure de la température de la mer, et l'on a tenu note des diverses circonstances du mirage, état presque habituel de l'hiver.

» En même temps on construisait un plan à grand point du lieu de nos opérations, et un autre plan plus étendu qui embrasse le nouvel hospice d'Altengaard, situé à une lieue de distance.

» Les observations de marées ont été commencées à Bossekop dès le 1^er^ septembre, puis discontinuées par suite de notre longue nuit, et reprises au mois d'avril. Plus tard, une série diurne et nocturne, favorisée par le jour continuel, a été faite à Hammerfest, du 19 juin au 9 juillet 1839, et des observations correspondantes ont eu lieu en même temps au fond du grand golfe d'Alten. Au Spitzberg, les marées ont aussi été notées pendant les séjours de la corvette. La détermination du niveau moyen a permis de mesurer la hauteur de la ligne des algues marines (*Fucus vesiculosus*), ligne horizontale, très tranchée, et formant pour l'observateur un très bon repère le long des côtes de tout le Finmarck. En même temps, il nous était impossible de ne pas remarquer les lignes et terrasses qui indiquent quel était, à des époques reculées, l'ancien niveau de la mer; on s'est assuré de la continuité de ces lignes et de leur défaut d'horizontalité. Il nous suffit de vous mentionner ici la ligne supérieure qui, du fiord d'Alten, où elle atteint une hauteur de 67 mètres, s'abaisse graduellement vers la mer du large, et n'a plus qu'une hauteur de 28 mètres aux environs d'Hammerfest, résultats qui, sans doute, ne seront pas sans intérêt pour les géologues.

» *Baromètre.*— Outre les observations barométriques faites d'heure en heure à bord de *la Recherche*, pendant ses deux campagnes, avec un baromètre marin comparé avec les nôtres, la pression de l'air était notée toutes les deux heures, pendant l'hivernage, le jour et la nuit; elle l'était d'heure en heure les premier et troisième samedis de chaque mois: pendant vingt-quatre heures consécutives, à chaque quartier de la lune; pendant une série de vingt jours à l'équinoxe d'automne, vingt jours au solstice d'hiver, et enfin pendant vingt jours à l'équinoxe du printemps. Nous mentionnons aussi des séries analogues de huit à dix jours, faites à Trondhjem, à la baie de la Magdeleine, à Bell-Sound (Spitzberg), à Upsal, et une de quarante jours faite à Hammerfest, en août 1839. Plusieurs de ces séries ont eu des observations correspondantes en d'autres lieux. Nous citerons seulement ici le commandant Delcros, bien connu de vous, lequel, en s'adjoignant MM. *Suzet* et *Capitaine*, a pu, de son côté, faire à Paris ces longues et pénibles observations.

» Les deux baromètres qui ont servi à ces observations générales ont été mis en rapport avec les baromètres de l'Observatoire avant et après la campagne; nous nous estimons heureux de les avoir rapportés intacts à

travers la Laponie, la Suède et l'Allemagne : leur état n'a nullement varié dans ce trajet, pendant lequel ils ont été comparés avec soin avec les baromètres des observatoires d'Upsal, Stockholm, Altona, Berlin, Dresde, Göttingue, Bruxelles, avec ceux de MM. les professeurs OErsted à Copenhague, Poggendorf à Berlin, et Kaemtz à Halle.

» Outre ces observations générales, on a employé le baromètre à la mesure de diverses hauteurs, lignes de l'ancien niveau de la mer, cols et plateaux de la Laponie traversés par l'expédition; à celle de la limite des arbres (saules, bouleaux, pins), des neiges éternelles et de la hauteur des principales montagnes. Trois ascensions ont été exécutées sur le Storvandsfield, et sept sur le Tyvefield, en faisant de 100^m en 100^m des stations intermédiaires, comme M. Biot vient de le recommander aux voyageurs. En 1838, une série météorologique a été faite de quart d'heure en quart d'heure sur le sommet d'une montagne du Spitzberg élevée de 560 mètres, pendant qu'une série analogue se continuait au bord de la mer; cette double série a duré quatre ou cinq fois vingt-quatre heures.

» Un baromètre a été laissé à un ingénieur anglais, M. Thomas, qui observe depuis 2 ou 3 ans à deux lieues de notre poste d'hivernage; un autre à son compagnon, M. Jhle, ingénieur saxon, ces messieurs devant continuer en ce point nos observations; un troisième à M. le pasteur Laestadius, à Karesuando, paroisse des montagnes de la Laponie: ces messieurs ont eu l'obligeance de mettre leurs résultats à notre disposition.

» *Thermomètre.*—Il est presque inutile de dire que le thermomètre était noté en même temps que le baromètre pour notre série météorologique générale; deux ou trois instruments diversement placés indiquaient la température de l'air.

» La température de la surface de la mer était observée régulièrement sur la corvette; et dans l'hivernage, de longues séries ont eu lieu pour comparer entre elles les températures de la pleine et de la basse mer. Malgré les froids rigoureux de l'atmosphère, la mer ne gèle pas, même au fond des baies profondes ou grands fiords de la côte.

» Les expériences de température sous-marine ne pouvaient être négligées, et nous y avons employé avec succès les thermomètres déverseurs à maxima et à minima de M. Walferdin; une Note sur des expériences faites en 1838, dans le voisinage des glaciers, a déjà été mise sous les yeux de l'Académie; de nouvelles expériences ont eu lieu depuis, et la température sous-marine a été déterminée de degré en degré, par M. Martins, depuis le 70^e jusqu'au 80^e degré de latitude nord. La vapeur brumeuse qui se forme

à la surface de la mer pendant les froids intenses de l'hiver, a été notée chaque fois sur nos registres.

» La température zénithale, dans le sens que M. Pouillet attache à ce mot, nous était fournie par la lecture de l'actinomètre à duvet de cygne, lorsque l'état du ciel était favorable à ces expériences. Par un ciel pur et un soleil dégagé, l'instrument employé était dirigé vers cet astre; on expérimentait aussi la chaleur solaire par l'échauffement d'une plaque de ferblanc noircie, procédé dû aussi à M. Pouillet, et qui ne diffère pas essentiellement des procédés actinométriques de Herschell. On s'est aussi servi d'un pyrhéliomètre à lentille; on a fait de nombreuses expériences pour comparer les lectures actinométriques avec celles de l'appareil galvanométrique à rayonnement de M. Melloni, et deux fois on a observé ce dernier appareil pendant des aurores boréales.

» Pour connaître la température du sol, un premier thermomètre était placé à la surface même de la neige; deux autres à la profondeur de 50 et de 200 millimètres; le quatrième était enfoncé à $1^m,25$ et lu toutes les vingt-quatre heures; le cinquième enfin à $8^m,5$ au fond d'un trou pratiqué par nos sondes de forage: l'amplitude de la variation annuelle de ce dernier n'a pas dépassé 1° cent. Pour quelques-unes de ces expériences nous avons employé avec avantage les thermomètres différentiels de M. Walferdin, auxquels ce physicien a donné le nom de thermomètres métastatiques.

» M. Thomas, que nous avons déjà cité, a observé de son côté, et continue à observer la température de la terre, dans le fond d'anciennes galeries souterraines abandonnées, provenant de l'exploitation des mines de cuivre de Kaafiord.

» Nous avons aussi étudié les températures des sources et puits environnants, celle des nombreux puits d'infiltration que nous avons rencontrés sur la route de Bossekop à Upsal; ce qui augmente la valeur de ces observations, c'est qu'aux deux extrémités de cette base les variations thermométriques du sol sont assez bien connues, et que la température moyenne de l'air est déjà ou sera déterminée par la suite sur plusieurs points de cette ligne, tels qu'Enontekis, Karesuando, Ofver-Tornéo et Uméo.

» Il nous reste à vous entretenir de la température dans les hautes régions de l'atmosphère et de ces accroissements anormaux sur lesquels vous aviez fixé notre attention avant notre départ. Outre les observations faites sur les croupes, ou les sommets des montagnes voisines, nous dûmes songer à l'emploi de cerfs-volants et de nos ballons captifs. Ce dernier mode d'expé-

rimentation, qui exige une grande surveillance et un temps parfaitement calme, n'a pu être employé qu'à deux reprises différentes, savoir les 17 et 22 mars, et a fourni des altitudes de 270^{m} et de 450^{m}. Mais le vent, qui avait contrarié l'emploi des aérostats, nous servait au contraire à souhait pour les expériences de cerfs-volants, et c'est de la sorte que nous avons fait trente-deux observations à des hauteurs variables de 70^{m} à 130^{m}; toutes ces mesures ont été obtenues trigonométriquement. Le temps nous manque pour soumettre à vos lumières les détails de ces expériences et les nombreuses précautions prises par nous pour les mettre à l'abri de toute objection. Les instruments déverseurs de M. Walferdin ayant été trouvés habituellement trop lourds, on s'est contenté de les élever trois à quatre fois (dans des journées différentes) simultanément avec nos thermométrographes; l'un de ces derniers, notre n° 12 de Bunten, s'étant constamment accordé avec les instruments déverseurs avec une précision vraiment merveilleuse, a été désormais employé de préférence à tous les autres qui ne nous avaient pas offert les mêmes garanties. Tous ces essais ont servi à signaler dans les instruments de M. Walferdin quelques modifications utiles, que leur auteur a effectuées depuis pour les adapter à ce genre de recherches.

» Le résultat le plus général de ces sondes aériennes a été que, dans les limites où nous opérions, l'air était plus chaud en haut qu'à la surface du sol; la différence s'est élevée à 6° cent. Il est aussi très vrai que la loi peut subsister, même en plein jour, comme vous le faites remarquer dans nos Instructions; un temps couvert, la présence des vents d'ouest dans le bas de l'atmosphère, sont des circonstances qui peuvent la mettre en défaut. Ces faits semblent s'expliquer, sinon en totalité, du moins en partie, par la présence fréquente du contre-courant supérieur venant de la mer, tandis que la brise froide de terre, la brise de sud-est, est l'état habituel des mois de l'hiver. De l'exacte appréciation de ces faits, nous pensons que des conséquences intéressantes peuvent découler.

» *Vents et hygrométrie.* — Le vent inférieur était noté à chaque observation; puis, autant que possible, le vent indiqué par les nuages. Des remarques spéciales ont été faites sur son inégale répartition dans les fiords, son degré d'humidité et les brumes qu'il peut amener, sa variation de direction avec la hauteur, et son influence thermométrique; celle-ci offre ce résultat singulier, que le vent de nord est beaucoup plus chaud que celui de la partie du sud; mais en été c'est tout le contraire.

» Nous avons noté la quantité de pluie ou de neige, l'hygromètre de Saussure, et vers la fin de l'hiver, le psychromètre de M. August, de Ber-

lin; nous décrivions aussi l'état du ciel, les formes de la neige, qui nous ont paru se réduire à trois ou quatre types principaux, celles du givre, qui dans les nuits sereines se dépose sur la surface même de la neige, et y forme d'admirables cristallisations miroitantes.

» *Électricité atmosphérique.* — Après divers essais faits pour rendre appréciable l'électricité atmosphérique, nous avons cru devoir nous arrêter au cerf-volant muni d'une corde directrice en soie, et d'une seconde corde conductrice isolée, dont nous pouvions établir à volonté la communication avec la boule de notre électroscope. Nos expériences confirment, d'une manière générale, la loi de l'électricité positive des temps sereins.

» *Optique atmosphérique.* — Nous avons observé et mesuré plusieurs halos solaires; l'un surtout, le 4 octobre 1839, s'est montré très complet avec les cercles tangents circumzénithaux, parhélies et cercle parhélique. Les halos lunaires sont encore plus fréquents, et il est rare que la présence de la lune sur l'horizon n'entraîne pas quelque accident optique plus ou moins remarquable, tel que halo, couronne, lueurs verticales jaunâtres passant par le centre de l'astre, ou écartelées transversalement par une deuxième bande horizontale. Deux fois nous avons vu de ces halos blancs brumeux de 45° de diamètre, dont le centre est diamétralement opposé au soleil, phénomène qui, à notre connaissance actuelle, n'est pas signalé dans les traités de météorologie. Nous avons aussi joui une fois du spectacle de l'ombre de l'observateur et des objets qui l'avoisinent, projetée sur la brume avec des franges colorées.

» *Étoiles filantes.* — Les 13 et 14 novembre 1838, les étoiles filantes ont été observées à Bossekop et à Dupvig; elles n'étaient point très nombreuses, et le temps, du reste, peu favorable. Le phénomène s'est montré à nous avec plus d'éclat dans la nuit du 7 au 8 décembre : un seul observateur, en une heure et demie, a vu 52 bolides, et a noté les points de départ et d'arrivée de chacun de ces météores. C'est la même nuit qui vous a déjà été signalée par les observations de MM. Herrick à New-Haven, Bovy à Bruxelles, et Flaugergues à Toulon.

» Dans la nuit du 2 au 3 janvier 1839, nous avons vu aussi de nombreuses étoiles filantes, environ une ou deux toutes les cinq minutes, et il est intéressant de remarquer que cette même nuit a été notée pour le grand nombre de ses étoiles filantes pendant les années 1835 et 1838.

» *Aurores boréales.* — Cet intéressant phénomène a été très fréquent pendant notre hivernage; ce qui confirme l'idée de plusieurs savants, à

savoir que la période qui les ramène en plus grande abondance a recommencé. Du 12 septembre 1838 au 18 avril 1839, cent cinquante-trois aurores ont été aperçues, sans compter six ou sept nuits de lueurs douteuses; cette proportion est à peu près celle de 3 à 4, et à peine trouverons nous dans nos registres un seul cas bien constaté d'une nuit claire d'un bout à l'autre qui ne nous ait point offert ce phénomène : il faut se hâter d'ajouter que beaucoup de ces aurores sont faibles, diffuses, et sans action bien appréciable sur l'aiguille aimantée. Dans les journées où l'aurore s'est présentée de meilleure heure, elle a été vue dès $3^h 22^m$, $3^h 30^m$ et $3^h 40^m$ du soir; il nous semble nécessaire que le soleil ait 8° ou 9° de dépression sous l'horizon pour que le phénomène ait quelque chance d'être aperçu; ainsi il suffirait peut-être d'hiverner sous le 77^e degré de latitude pour pouvoir jouir de sa vue à l'heure même de midi, et sans interruption d'une nuit à l'autre, ce qui comblerait une importante lacune. L'aurore peut aussi se voir très avant dans le crépuscule du matin, comme cela est arrivé le 19 mars à $5^h 9^m$, lorsqu'il faisait assez jour pour lire un journal. Dans la nuit du 10 janvier, la clarté aurorale était suffisante pour lire, quoique avec peine, un caractère petit-texte (1). Le 18 février, l'aurore, masquée par des nuages légers, égalait presque l'éclat de la lune alors demi pleine et dont elle passait à petite distance: ces cas sont ceux de l'intensité maximum observée; nous tenons des personnes du pays que l'on peut en voir de plus brillantes encore. Du 28 août 1839 au 20 octobre de la même année, nous avons aussi pendant notre retour noté un assez grand nombre d'aurores; mais depuis cette époque, et au sud du parallèle d'Upsal, le phénomène a entièrement cessé d'être visible pour nous.

» Comme nos prédécesseurs, nous avons distingué dans l'aurore boréale deux types principaux, l'arc et le rayon; mais nous avons en outre émis l'opinion que l'arc n'était qu'une réunion de rayons juxtaposés transversalement à sa longueur, qui peuvent se souder ou se dessouder par la présence ou par la disparition d'une lueur plus ou moins homogène, laquelle les unit latéralement entre eux. Nous espérons que les preuves de cette manière de voir seront rendues manifestes par nos notes et nos croquis. Il reste toutefois à expliquer la cause qui groupe ainsi les rayons en bandes transverses au méridien magnétique. Quant à ces plaques nébuleuses, de lueur cendrée, éparses sur tout le ciel, et qui forment si souvent la dernière phase du phénomène, il nous paraît à peu près certain que ce sont des

(1) Terme typographique.

rayons dont la lueur est devenue de plus en plus diffuse, et qui se sont considérablement élargis; car on peut suivre entre le rayon et la plaque aurorale tous les états intermédiaires. Les couronnes seront produites par le passage au zénith d'arcs, ou bandes, ou séries de rayons, généralement contournées sur elles-mêmes, et qui se développent plus ou moins vivement en éventails radiés au moment de ce passage.

» Nous avons étudié les dispositions variées des rayons, soit isolés, soit en massifs, en faisceaux, ou en séries plus ou moins étendues ou interrompues, leur direction parallèle à l'aiguille d'inclinaison, leur éclat, leur mouvement de translation latérale, ascendante ou descendante, d'extension ou de diminution subites, et plus particulièrement le mouvement ondulatoire, et le mouvement vibratile, sur lesquels l'un de nous vient de publier une Note dans les *Annales maritimes et coloniales*. Nous avons aussi observé les alternatives de palpitation que manifestent les plaques aurorales; palpitation dont la fréquence atteint parfois le chiffre de 7 ou 8 par seconde, pendant que les plaques peuvent alors doubler ou tripler de superficie à chaque nouvelle alternative. Nous avons noté les changements de forme des arcs, les étoiles près desquelles ils passaient, leur mouvement de translation, leur passage du nord au sud ou du sud au nord, leur éclat, les crochets, festons, découpures et autres effets de draperies qui s'y manifestent. On a pris au théodolite les relèvements des pieds des arcs, de manière à en déduire l'azimut du point de culmination; et lorsque l'état stationnaire de l'arc l'a permis, on a mesuré de 20° en 20° les hauteurs *ordonnées* de l'arc, en répétant aussitôt après et en sens inverse les mêmes mesures; pareille opération a eu lieu sur ces arcs nuageux (cirro-stratus) dont la forme rappelle celle de l'aurore.

» Des observations parallactiques ont été effectuées à Dupvig et à Bossekop, aux deux extrémités d'une base de huit milles et demi de longueur, depuis le 9 janvier 1839 jusqu'au 22 du même mois. Elles semblent assigner aux aurores vues à cette époque une limite inférieure, notablement plus haute que le résultat des observations des compagnons de Franklin.

» Le mode de coloration a été également suivi avec soin, en même temps que l'on comparait l'intensité de la lumière avec celle des étoiles de diverses grandeurs, comparaison qui laisse malheureusement beaucoup à désirer. La coloration habituelle est une teinte jaunâtre, pouvant devenir blanchâtre, ou cendrée, surtout vers la fin du phénomène. La coloration extraordinaire s'effectue par des teintes rouges ou vertes, et ne s'est manifestée que dans les aurores les plus belles, c'est-à-dire dans une

trentaine de celles que nous avons observées, ou un cinquième du nombre total. Cette coloration est sans doute intimement liée à la vivacité de l'éclat; car ces deux circonstances ne nous ont jamais paru séparées, et dans une aurore colorée, les parties peu brillantes restent jaunâtres. La rapidité des mouvements ondulatoire ou vibratile est également une condition pour que les rayons auroraux acquièrent une vive coloration.

» Le mode de distribution des couleurs est fort remarquable. Lorsqu'un arc est très brillant, par un ciel pur, il se forme à la partie inférieure une légère nuance rougeâtre, à la supérieure une très légère teinte verdâtre; la lueur générale reste emprisonnée entre ces deux petites zones colorées; les rayons ne tardent pas alors à apparaître; mais ce phénomène est rare. De même, dans le mouvement vibratile, si les rayons dardent, le rouge occupe le bas du rayon, le vert occupe le haut, et le jaune le milieu. Plus l'éclat augmente, plus les couleurs extrêmes s'étendent aux dépens de la couleur médiane. L'éclat diminue-t-il, ces couleurs refluent vers les extrémités du rayon, puis disparaissent. D'un autre côté, si le rayon obéit au mouvement ondulatoire, s'il se transporte parallèlement à lui-même, des deux faces latérales, l'une est occupée par la lueur rouge, c'est l'antérieure; la postérieure se teint de la nuance verte. Ces deux teintes ne nous ont paru nullement identiques avec leurs homonymes du spectre solaire. Peut-être l'aurore rouge de nos climats s'expliquera-t-elle par des arcs ou rayons dont la partie inférieure est seule visible. Nous ne devons pas taire que d'autres modes de coloration ont été signalés jadis par d'autres observateurs. Pardonnez-nous, M. le Secrétaire, si nous jetons dans ce résumé naturellement sec et aride quelques généralisations que vous trouverez peut-être trop systématiques ou trop hâtives; leur exposition, dont les preuves seront sans doute soumises plus tard à l'appréciation de vos lumières, nous a paru de nature à jeter quelque intérêt sur cette Note. Nous regrettons vivement que privés de l'appareil photométrique à images colorées ou croisées, nous n'ayons pu faire aucune expérience de polarisation.

» Trois ou quatre fois l'aurore a été vue placée en apparence entre l'observateur d'une part, les nuages ou la neige des montagnes de l'autre part. Parfois il était impossible que l'observateur ne s'y méprît pas à première vue; puis un examen approfondi engendrait des doutes qui nous paraissent être presque l'équivalent d'une négation. Le bruit de l'aurore n'a jamais été entendu par aucun de nous.

» *Nuages.* — Les nuages, leur forme, leur direction, les grandes courbes arquées qu'ils dessinent, les fuseaux divergents de ces arcs, que M. de Hum-

boldt a appelés *bandes polaires*, l'analogie d'aspect entre les arcs auroraux et certains cirro-stratus, entre les plaques nébuleuses aurorales et les légers cirro-cumulus du crépuscule du matin, la substitution apparente de ces derniers aux premières ont aussi fixé notre attention, et sont consignés avec soin dans nos registres.

» *Magnétisme terrestre.* — Des observations magnétiques absolues ont eu lieu aux divers points de relâche de la corvette, à Bossekop et en plusieurs lieux de l'intérieur de la Laponie. On a de plus expérimenté les nouvelles méthodes de M. Gauss pour la déclinaison et l'intensité. Des séries d'observations de la variation diurne ont été faites à Trondhjem, Bell-Sound, Magdalena-Bay, Kiexisvara, Tornéo, etc.

» L'intensité horizontale, plus facile à déterminer que les deux autres éléments magnétiques, a été observée depuis Bossekop jusqu'à Stockholm, à trois époques diverses, par Meyer, Lottin et Bravais; les aiguilles ont ensuite été recomparées, soit à Christiania, soit à Paris; quelques-unes à Berlin, avec celles de M. Erman fils, et à Göttingue avec la grande aiguille de MM. Gauss et Weber.

» Tout ce qui a rapport aux variations diurnes des éléments a beaucoup occupé notre Commission pendant son hivernage. Un de nos observatoires, placé tout proche de notre lieu d'habitation, était consacré à l'appareil de M. Gambey pour la variation de la déclinaison; cet appareil était lu toutes les deux heures, et plus fréquemment aux époques des maxima et minima, ainsi que pendant les aurores boréales. Pendant vingt jours aux deux équinoxes, et vingt jours au solstice d'hiver, ces lectures ont été faites à chaque quart d'heure. Chacune de ces séries fournit une courbe de variation diurne, et ces trois courbes comparées entre elles donnent la variation mensuelle : toutefois, la quatrième série projetée n'ayant pas eu lieu au solstice d'été, cette variation ne pourra être entièrement dégagée de la variation séculaire que par une série faite plus tard dans le même lieu; il est assez singulier que cette dernière variation paraît consister en une marche du pôle nord vers l'ouest.

» On a tenu note des oscillations magnétiques de l'aiguille, cet élément étant en rapport avec l'état plus ou moins variable des forces perturbatrices; leur amplitude, très considérable parfois, nous obligeait souvent à renoncer à l'emploi du microscope, et la lecture se faisait par un index et un arc gradué placés à la pointe opposée. Des lectures comparatives faites dans des périodes de calme permettent de tout rapporter à un seul pôle.

» Quant aux oscillations de pesanteur qui s'effectuaient autour du point

supérieur de suspension, elles ont entièrement disparu vers la fin du mois de novembre, lorsque le sol s'est gelé à une profondeur de plus de quatre pieds ; elles ont même cessé d'accompagner les grandes oscillations magnétiques, et paraissent tenir uniquement à la mobilité des supports de l'aiguille et à sa préservation incomplète des agitations atmosphériques.

» Un autre observatoire contenait le grand magnétomètre de M. Gauss; cet instrument était observé à des époques convenues d'avance, chaque jeudi soir, d'oscillation en oscillation, et le dernier samedi de chaque mois, de cinq en cinq minutes, pendant vingt-quatre heures. En septembre, octobre, novembre, on a accompagné cette observation par celle faite simultanément de la boussole de M. Gambey, et la similitude des courbes obtenues a formé une vérification réciproque tendant à prouver également en faveur des deux manières d'observer. Ce nouvel observatoire, éloigné de 200 mètres du premier, était situé sur un rocher de quartz, loin des maisons et à l'abri de toute influence du fer. Les causes locales qui pouvaient à la longue dévier l'appareil de l'autre observatoire, pourront se corriger par les comparaisons simultanées faites des deux appareils, à part toutefois les changements possibles dans la distribution interne du magnétisme des barreaux.

» L'influence des aurores boréales brillantes était très marquée sur les appareils. Presque toujours l'aiguille commence par marcher à l'ouest, revient à son lieu d'équilibre, le dépasse vers l'est, et ne retourne définitivement à sa position de départ que par une série d'allées et de venues généralement fort irrégulières. La déviation maximum observée a été de 4° 30′ le 22 février au soir, et c'est surtout pendant les couronnes que ces grandes déviations se manifestaient. Les aurores boréales peu brillantes, celles dont la lueur est diffuse, ou qui n'abandonnent pas l'horizon nord, agissent au contraire fort peu sur les barreaux ; de plus, notre mémoire ne nous fournit pas d'exemple d'un ciel pur et dépourvu d'aurore pendant la nuit, qui coïncide avec une agitation magnétique un peu marquée. De la sorte, il paraît assez vraisemblable que toutes ces perturbations incessantes et *irrégulières* (les variations diurne, mensuelle et séculaire mises de côté) sont dues à des aurores boréales, les grandes perturbations correspondant aux grandes et belles aurores de la zone nord, comme vous l'avez démontré le premier, les petites à des aurores faibles, peu importantes, que l'on ne peut voir qu'en étant placé dans des points convenables de cette même zone, ou de son opposée au pôle sud.

» Un troisième observatoire renfermait l'aiguille d'intensité horizontale

de M. Gambey; chaque matin et chaque soir, pendant 166 jours, on comptait 420 oscillations de l'aiguille, en ayant soin de lui donner constamment la même amplitude de départ : parfois cette observation était répétée de trois heures en trois heures. L'appareil avait été fixé une fois pour toutes avec son thermomètre interne. Les grandes variations thermométriques dans ce long laps de temps permettront d'appliquer avec sûreté la correction relative à la température.

» Notre quatrième observatoire était consacré à observer l'aiguille suspendue par deux fils non parallèles, à angle droit avec le méridien magnétique, aiguille bifilaire de MM. Gauss et Weber. Les derniers samedis des mois de décembre 1838, janvier, février et mars 1839, elle a été observée toutes les cinq minutes, conjointement avec l'aiguille de déclinaison : elle était lue habituellement toutes les deux heures, et à chaque heure pendant les séries horaires de vingt jours. De là se déduisent la variation diurne de l'intensité horizontale, la marche pendant les aurores, etc. Lorsque l'aurore boréale va paraître, et avant même qu'elle ne paraisse, l'intensité augmente; c'est une règle à peu près constante; elle diminue plus tard, revient à sa valeur première, la dépasse, l'aurore étant au zénith, et ne revient à sa position d'équilibre qu'après beaucoup d'oscillations.

» Dans un cinquième observatoire était situé notre instrument d'inclinaison de M. Gambey, avec lequel s'observaient chaque jour les variations de cet élément : tous les résultats ont été obtenus par un de nos compagnons, M. Siljistrôm, et sont restés entre ses mains, pour être mis en état d'être publiés.

» Enfin, dans un sixième observatoire avait été placée une aiguille de variation diurne de M. Gambey, installée de manière à donner les changements de l'intensité verticale. Cette aiguille était suspendue par deux fils verticaux parallèles, et la ligne horizontale joignant les deux points d'attache inférieurs passait très peu au-dessus du centre de gravité du barreau, assez au nord de ce centre pour que le barreau fût horizontal. Il suffisait alors de noter les variations en hauteur du pôle nord et du pôle sud, ainsi que les changements du niveau fixé sur l'appareil, pour en déduire l'angle de déviation, et le réduire au moyen d'un certain coefficient à la variation cherchée de l'intensité verticale. Du 14 décembre 1838 au 14 mars 1839, nous avons eu environ 300 lectures de cet appareil, dans des circonstances tantôt de calme et tantôt de perturbations magnétiques, et nous avons pu observer que presque toujours pendant l'aurore l'intensité verticale diminuait.

» Cet appareil, comme vous le voyez, M. le Secrétaire, ne diffère pas essentiellement de celui que M. Lloyd, de Dublin, vient de décrire et de faire construire pour la grande expédition anglaise du pôle sud : dans ce dernier l'aiguille tourne au moyen de couteaux sur des plans d'agate, à peu près comme le fléau d'une balance. Nous pensons que notre procédé est plus exact, et telle nous a paru aussi être l'opinion de M. Guillaume Weber.

» Restait une grande question qui nous a beaucoup occupés et sur laquelle, nous l'espérons, nos longues observations jetteront quelque jour, si elles ne peuvent la résoudre entièrement. Quel rapport existe-t-il entre la position géométrique de l'aurore boréale d'une part, et d'autre part la cause qui détermine l'aiguille de déclinaison à se mouvoir de préférence soit à l'est, soit à l'ouest; qui porte tantôt vers le nord, tantôt vers le sud, le pôle nord de l'aiguille bifilaire; qui diminue ou augmente l'intensité verticale? A la même position géométrique du phénomène, à la même intensité des diverses parties qui le composent, voit-on correspondre toujours une même force perturbatrice s'exerçant dans le même sens, ou bien le signe de cette force est-il lié avec les conditions internes du phénomène, de la même manière qu'une aiguille est déviée par un circuit en deux sens divers, selon que le courant la traverse de droite à gauche ou de gauche à droite? Nous n'osons encore rien préjuger à cet égard, et nous attendons patiemment le résultat du dépouillement complet de nos registres.

» Il nous reste encore, M. le Secrétaire, à signaler à votre attention divers résultats qui se rattachent d'une manière un peu moins spéciale à la météorologie : telles sont nos observations sur les glaciers du Spitzberg, sur les sillons qui marquent dans le nord la trace du grand courant de M. Sefström, nos observations sur les pins sylvestres à leur limite extrême, leur grosseur, leur accroissement en hauteur, leurs accidents de végétation, et leur température interne hiémale; d'autres observations de température interne faites sur les oiseaux palmipèdes marins si communs dans ces contrées; enfin, les mesures faites avec le céphalomètre du Dr Antelme sur les têtes et crânes des Lapons, Finlandais, Russes, Suédois, habitants des Feröe et anciens Scandinaves, mesures qui nous donnent en chiffres des coordonnées polaires suffisantes pour retracer la forme générale de la tête et en conclure le crâne moyen de chaque race spéciale.

» Tel est, M. le Secrétaire, le résumé très succinct, fait en grande hâte, des travaux physiques de la Commission dans le nord de l'Europe : nous vous serons très reconnaissants si vous voulez le communiquer à l'Acadé-

mie des Sciences sous la forme qui vous paraîtra la plus convenable; énumérer au public français les services rendus par une expédition en dehors des règles habituelles, et dans laquelle la multiplicité des points de relâche a été sacrifiée à la longueur des séjours; faire voir enfin à l'Europe savante qu'il nous a été donné pendant notre séjour dans le nord, de devancer en quelque sorte dans ses projets d'observations magnétiques, la grande expédition anglaise qui, conçue sur une vaste échelle, promet aujourd'hui de riches et nombreux résultats à la science. »

PATHOLOGIE. — *Observation relative à la contagion de la morve chronique; par* M. LEBLANC.

« Deux questions du plus haut intérêt ayant fixé dernièrement l'attention de l'Académie des Sciences : *la contagion de la morve du cheval au cheval*, et *la contagion de la morve du cheval à l'homme*, je crois devoir communiquer à l'Académie un fait tout récent qui, indépendamment d'autres faits analogues bien connus, prouve la contagion de la morve et du farcin *chroniques* du cheval au cheval et même du cheval à l'homme.

» Un cheval atteint de farcin chronique, après avoir reçu des soins qui firent disparaître momentanément les symptômes de farcin, fut placé dans une écurie, très bien disposée sous tous les rapports, habitée par seize chevaux. Après deux mois de cohabitation, à peu près, quatre de ces chevaux présentèrent les symptômes de *la morve chronique*.

» Ces quatre chevaux étaient, du reste, dans un embonpoint satisfaisant, et ne présentaient aucun symptôme de maladie aiguë. Ils étaient donc atteints de la morve ayant la forme chronique.

» Dans l'écurie habitée par ces chevaux, couchait le nommé *Deval*, palfrenier qui était chargé de leur donner des soins.

» Cet homme devint malade; il fut reçu à l'hôpital Necker, dans le service de M. Bricheteau. Il passa plus tard dans le service de M. Bérard jeune, et, après avoir présenté des symptômes évidents de farcin chronique, il est mort d'une morve aiguë farcineuse.

» J'ai déjà publié d'autres faits analogues dans deux Mémoires que j'ai l'honneur d'adresser aujourd'hui à l'Académie, et qui prouvent incontestablement :

» 1°. Que les *diverses espèces* de morve et de farcin doivent être considérées comme des formes variées d'une même affection générale;

» 2°. Que *toutes* les formes de morve et de farcin sont contagieuses, mais à différents degrés;

» 3°. Que la morve de l'homme peut être reportée sur le cheval par inoculation. »

M. **Thibert**, auteur des pièces en cire qui ont été mises sous les yeux de l'Académie, dans sa dernière séance, et qui représentent les lésions produites par la *morve* chez l'homme et chez le cheval, écrit pour repousser le reproche d'inexactitude qu'il croit avoir été porté par M. Magendie, contre ces représentations.

M. **Magendie** fait remarquer que M. Thibert paraît n'avoir pas été informé exactement de ce qui s'est dit à ce sujet dans le sein de l'Académie : M. Magendie, en rendant justice au talent de l'artiste qui avait exécuté ces *magnifiques pièces* (ce sont les termes dont il s'est servi ; *voir* le *Compte rendu*, t. X, p. 226), a seulement soutenu que dans une discussion de la nature de celle qui venait de s'engager, il fallait produire les pièces pathologiques elles-mêmes, et non des figures qui ne peuvent évidemment en reproduire que certains caractères.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 1^er^ semestre 1840, n° 6, in-4°.

De la Statistique appliquée à la Pathologie et à la Thérapeutique; par M. C. Broussais; in-8°.

Astronomie pratique; usage et composition de la Connaissance des Temps; *par* M. Francœur; in-8°.

Nouvelle méthode du traitement de l'empoisonnement par l'arsenic; par M. Rognetta; in-8°.

Thalysie, ou la nouvelle Existence; par M. J.-A. Gleizès; tome 1^er^, in-8°.

Recherches expérimentales et comparatives sur les effets de l'inoculation au Cheval et à l'Ane, du pus et du mucus morveux et d'humeurs morbides d'autre nature; par M. Leblanc; in-8°.

Des diverses espèces de Morve et de Farçin; par le même; in-8°.

A MM. Convers et Boudsot, en réponse à la critique qu'ils ont faite du Mémoire descriptif de la Turbine-Passot; lettre par M. Passot; in-4°.

Faculté de Médecine de Paris; thèse sur cette question : Quel est l'état actuel de la Chimie organique et quels secours a-t-elle reçus des recherches microscopiques; par M. Baudrimont; 1838, in-8°.

Londres ancien et moderne, ou Recherches sur l'état physique et social de cette Métropole; par M. Bureaud-Rioffrey; in-8°.

Système du Monde, ou Loi universelle, poème; par M. Groult de Tourlaville; in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; n° 5, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 8, n° 7.

Gazette des Hôpitaux; n^os^ 18—20.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 137.

L'Esculape; n° 9.

Gazette des Médecins praticiens; n^os^ 12 et 13.